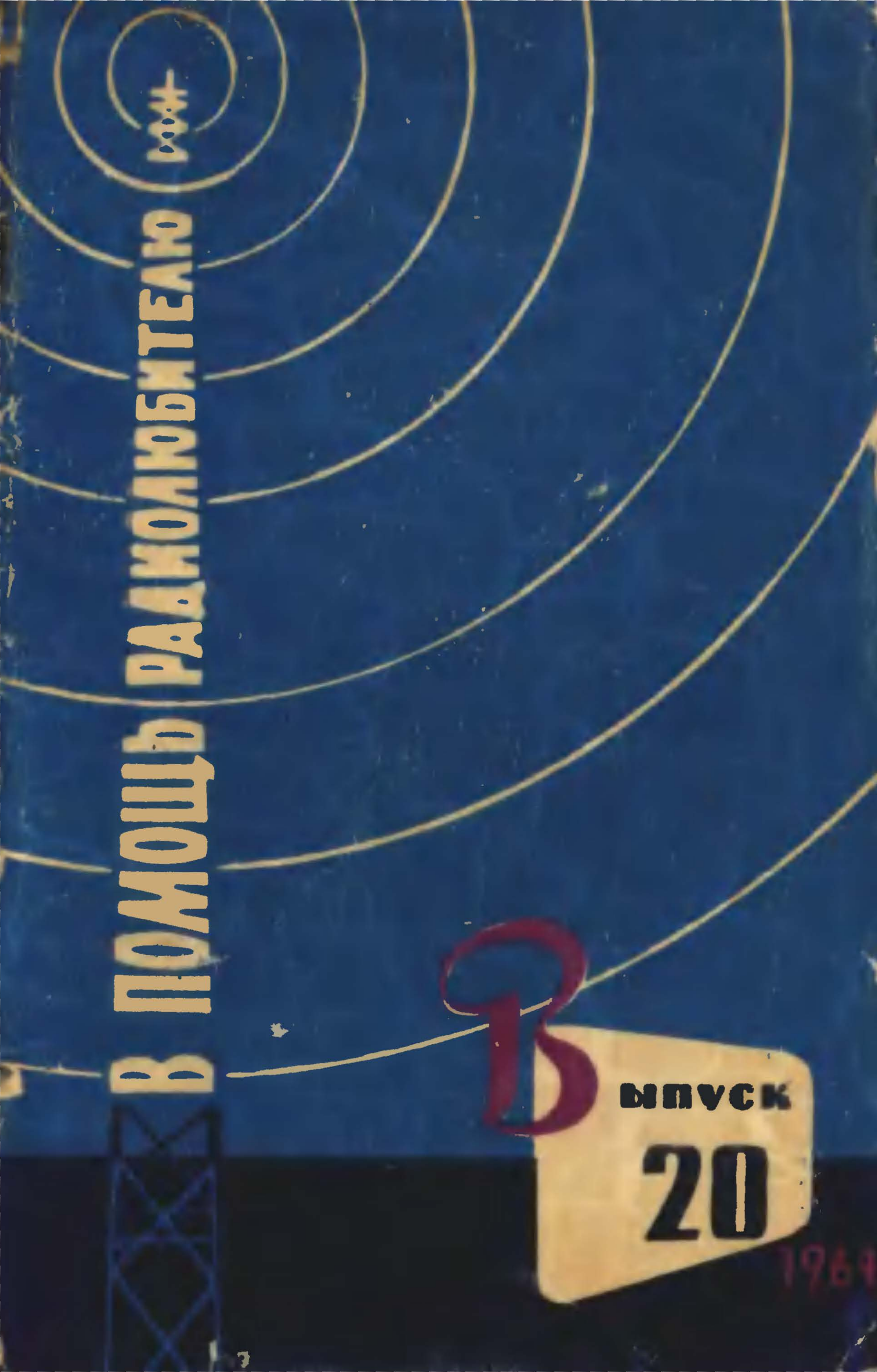

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
20



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА — 1964

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10 в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

Материалы по описанию различных радиолюбительских конструкций, а также предложения по обмену опытом для опубликования в сборниках просим направлять по адресу: Москва, И-94, Сретенка, 26/1, Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР.

Представляемая рукопись должна быть отпечатана на машинке в двух экземплярах через два интервала и иметь объем не более 0,7 печатного листа (15—17 стр.).

УКВ ПРИЕМНИК НА 144—146 Мгц

(Экспонат 16-й радиовыставки)

В. Ломанович

Приемник предназначен для работы на двухметровом любительском диапазоне. В нем используются лампы, разработанные для высокочастотных схем. В описываемой конструкции, кроме обычного сверхрегенеративного детектора, предусмотрено устройство для подавления свойственного такому детектору шума при отсутствии на входе его полезного сигнала.

Питание приемника может производиться от любого сетевого выпрямителя, имеющего на выходе постоянное напряжение 220—250 *в* при силе тока 40—50 *ма*. Накальные цепи всех ламп приемника при 6,3 *в* потребляют 2,3 *а*.

Схема. Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. Он собран на пяти лампах по схеме прямого усиления с сверхрегенеративным детектором с дополнительным каскадом шумоподавления. Приемник имеет два каскада усиления ВЧ, включенные по каскодной схеме и выполненные на двойном триоде 6Н14П ($Л_1$), специально разработанном для каскодных усилителей, в которых две лампы включаются так, что через них протекает одна и та же переменная составляющая анодных токов. Один из катодов этой лампы имеет два вывода, так что при параллельном соединении их результирующая индуктивность уменьшается вдвое. Благодаря это-

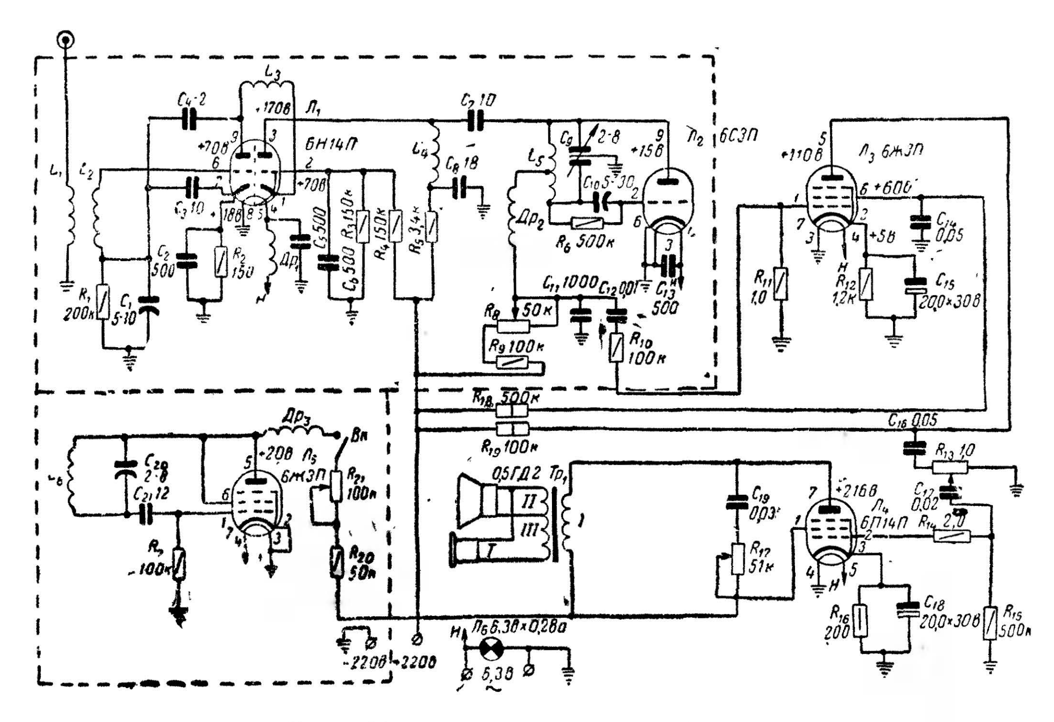


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

му увеличивается входное сопротивление лампы и растет коэффициент передачи. Первый триод лампы $Л_1$ включен по схеме с заземленным катодом, второй — по схеме с заземленной сеткой. Такая схема обеспечивает получение высокого устойчивого усиления при малой величине собственных шумов.

Сигнал из антенны с помощью катушки связи L_1 подается на контур L_2, емкостью которого является конденсатор C_1 и емкость сетка — катод первого (левого по схеме) триода лампы $Л_1$. Этот контур настраивается на среднюю частоту диапазона — 145 *Мгц*. Конденсаторы C_3 и C_4 вместе с междуэлектродными емкостями анод — сетка и сетка — катод первого триода лампы $Л_1$ образуют нейтрализующий мост между анодной и сеточной цепями первого триода лампы $Л_1$. Такой мост при хорошей балансировке устраняет возможность самовозбуждения каскада, повышает усиление и устраняет пролезание паразитного излучения сверхрегенеративного детектора. Необходимое напряжение смещения на управляющую сетку первого триода лампы $Л_1$ задается через сопротивление R_1 за счет падения напряжения на сопротивлении R_2, включенном в катодную цепь этого триода.

Второй резонансный контур, образуемый катушкой L_3 совместно с распределенными емкостями, также настраивается на частоту 145 *Мгц*. Следует учесть, что из-за шунтирующего действия второго триода (правого по схеме) $Л_1$ он обладает очень тупой настройкой.

На управляющую сетку второго триода (правого по схеме) $Л_1$ через делитель напряжения, образуемый сопротивлениями R_3 и R_4, подается положительное напряжение несколько меньшей величины, чем на его катоде, с тем чтобы между сеткой и катодом у этого триода также получить отрицательную разность потенциалов. Конденсатор C_6 заземляет управляющую сетку второго триода по ВЧ.

Катушка L_4, включенная в анодную цепь второго триода $Л_1$, совместно с конденсатором C_8 и распределенными емкостями образуют выходной контур второго каскада усиления высокой частоты. Он также настраивается на частоту 145 *Мгц*.

Усиленный высокочастотный сигнал через конденсатор C_7 подается на контур сверхрегенеративного детек-

тора, который собран по схеме с самогашением частоты на высокочастотном триоде типа 6С3П ($Л_2$) с большой крутизной характеристики. Катод у этой лампы также имеет несколько выводов, которые при монтаже соединяются параллельно для уменьшения величины результирующей индуктивности.

Наивыгоднейший режим сверхрегенератора устанавливается с помощью переменного сопротивления R_8, подключенного через ВЧ дроссель $Др_2$ к контуру L_5C_9. Величина гасящей частоты определяется параметрами цепочки R_6C_{10} и устанавливается обычно в пределах 20—50 *кгц*.

Плавная настройка приемника в пределах 144—146 *Мгц* осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости C_9.

Конденсатор C_{11} блокировочный. Выделенное на анодной нагрузке лампы $Л_2$ напряжение звуковой частоты через фильтр $C_{12}R_{10}$ подается на управляющую сетку лампы 6Ж4П ($Л_3$), работающую в первом каскаде усиления НЧ. Второй каскад усиления НЧ выполнен на лампе 6П14П ($Л_4$). К выходному трансформатору $Тр_1$ по желанию могут быть подключены динамический громкоговоритель или головные телефоны. Переменное сопротивление R_{13} используется для регулировки громкости, переменное сопротивление R_{17} — как регулятор тона.

Каскад шумоподавления выполнен на лампе типа 6Ж3П ($Л_5$) в триодном включении. Это обычный гетеродин, собранный по схеме с емкостной обратной связью. Он используется как местный генератор, частота настройки которого близка к частоте принимаемого полезного сигнала.

Эта частота подается на вход приемника, что значительно снижает общий уровень шума, характерный для работы сверхрегенератора. Это равносильно как бы все время включенному передатчику корреспондента. Следует отметить, что местный генератор вызывает некоторое искажение принимаемого сигнала (особенно в тех случаях, когда его частота почти совпадает с частотой принимаемого сигнала). В этом случае, после обнаружения корреспондента и установления с ним связи, местный генератор может быть отключен с помощью выключателя *Вк*.

Колебательный контур L_6C_{20} настраивается во время налаживания приемника с помощью подстроечного конденсатора C_{20}. Точная подстройка этого контура во время приема может быть произведена с помощью латунного подстроечного сердечника катушки L_6. Шлиц этого сердечника выведен на лицевую панель приемника. Регулировка величины напряжения ВЧ, подаваемого генератором на вход приемника, осуществляется с помощью сопротивления R_{21}, включенного в анодную цепь лампы $Л_5$.

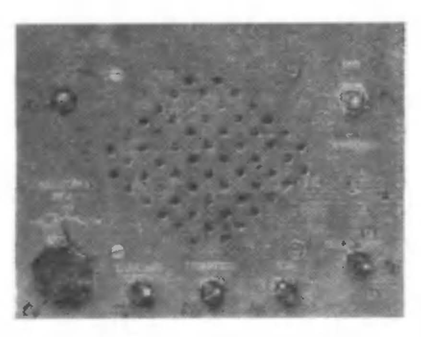


Рис. 2. Общий вид приемника

Наблюдаемое у такого сверхрегенеративного приемника понижение чувствительности при использовании шумоподавителя практически не сказывается на его работе, так как обычно принимаемый сигнал бывает достаточно сильным. При полном подавлении шума сверхрегенератора чувствительность такого приемника не хуже 30—40 *мкв* и в зависимости от степени шумоподавления она может достигать величины 3—10 *мкв*.

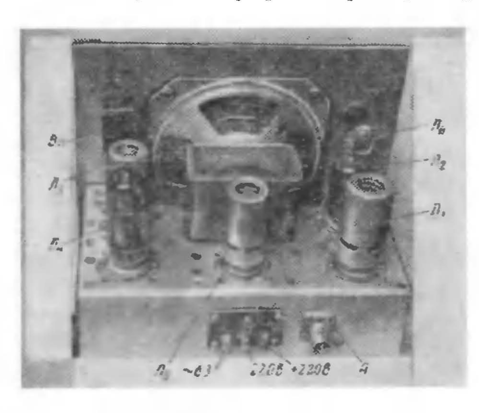


Рис. 3. Вид на приемник сверху

Конструкция, детали и монтаж приемника. Общий вид приемника приведен на рис. 2 и 3. Он смонтирован на угловом дюралевом шасси размерами 190×150×110 *мм* с подвалом глубиной 50 мм. Катушки индуктивности L_1—L_5 бескаркасные, L_6 выполнена на каркасе от контурных катушек телевизора КВН-49. Общий вид и данные всех катушек приведены на рис. 4 и в таблице.

Дроссель ВЧ $Др_1$ содержит 25 витков провода ПЭЛ 0,6, $Др_2$ и $Др_3$ — по 45 витков провода ПЭШО 0,3. Они наматываются на каркасах от сопротивлений ВС 1,0. Проводящий слой с сопротивлений предварительно удаляется. Конденсаторы C_1, C_{10} и C_{20} — малые воздушные

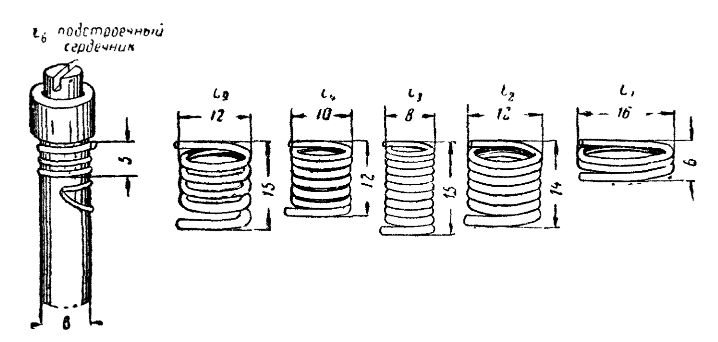


Рис. 4. Катушки приемника

Данные катушек индуктивности УКВ приемника

Катушки	Число витков	Провод	Индуктивность, мкг	Примечание
L_1	2	ПМВ 1,0	0,28	
L_2	6	МГ 1,5	0,49	
L_3	12	ПЭЛ 0,8	0,55	
L_4	6	МГ 1,5	0,47	
L_5	4	МГ 2,0	0,43	
L_6	3	МГ 1,0	0,38	Индуктивность измерена без подстроечного сердечника

подстроечные конденсаторы или керамические конденсаторы типа КПК-2. Конденсатор переменной емкости C_9 самодельный, с воздушным диэлектриком. Конструкция и размеры его деталей приведены на рис. 5. Пластины конденсатора изготавливаются из листовой латуни или дюралюминия толщиной 0,5—1,0 *мм*. Они монтируются на плате из полистирола или оргстекла толщиной 3—

4 *мм*. Концы катушки L_5 укрепляют на двух неподвижных пластинах конденсатора C_9, его ротор с помощью пружинящего контакта соединяют с шасси. Для получения более плавной настройки конденсатор C_9 снабжен ручкой с шариковым фрикционом, благодаря чему достигается замедление вращения 1 : 10.

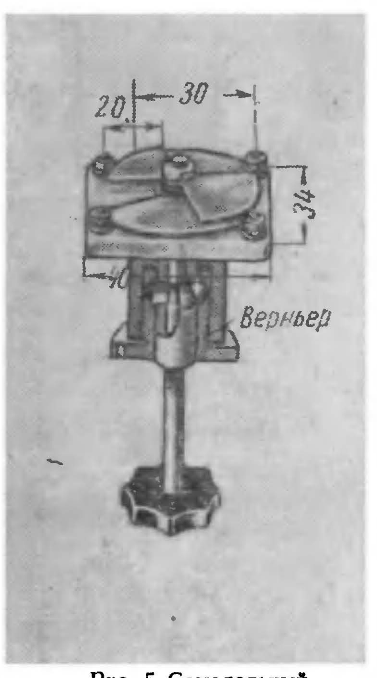


Рис. 5 Самодельный конденсатор C_9 с верньером

Конденсаторы C_3, C_4, C_7, C_8, C_{21} керамические, типа КТК-1 или КДК-1, C_2, C_5, C_6, C_{11}, C_{13} слюдяные, типа КСО-1, C_{12}, C_{14}, C_{16}, C_{17} и C_{19} бумажные, типа КБГИ, C_{15} и C_{18} — электрические, типа ЭТО-1 или КЭ-1.

Переменные сопротивления R_8, R_{13}, R_{17} и R_{21} типа СПО-0,5. Постоянные сопротивления типа МЛТ-0,5 или ВС.

Выключатель *Вк* — обычный тумблер.

В целях уменьшения потерь ламповые панели $Л_1$, $Л_2$ и $Л_5$ рекомендуется взять керамические. Выходной трансформатор $Тр_1$ взят от телевизора «Знамя-58». Его можно изготовить самостоятельно, намотав на сердечнике из пластин Ш-20 (толщина набора 20 *мм*) первичную (*I*) обмотку из 4 500 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотку *II* — из 90 витков провода ПЭЛ 0,5 и обмотку *III* — из 650 витков провода ПЭЛ 0,1.

При монтаже приемника следует с особой тщательностью выполнить все его высокочастотные цепи. Монтаж ВЧ узлов конструкции должен быть максимально жестким. Все соединительные цепи этих узлов выполняются медным голым (желательно посеребренным) проводом диаметром 1,0—1,5 *мм*. Сами соединительные проводники должны быть по возможности короче. Для

большей жесткости рекомендуется использовать опорные стойки и планки для катушек индуктивности и конденсаторов постоянной емкости и т. д.

Монтаж деталей в подвале шасси приемника приведен на рис. 6.

Выпрямитель для питания УКВ приемника может быть собран на силовом трансформаторе мощностью порядка 60—80 *вт* от радиовещательного приемника

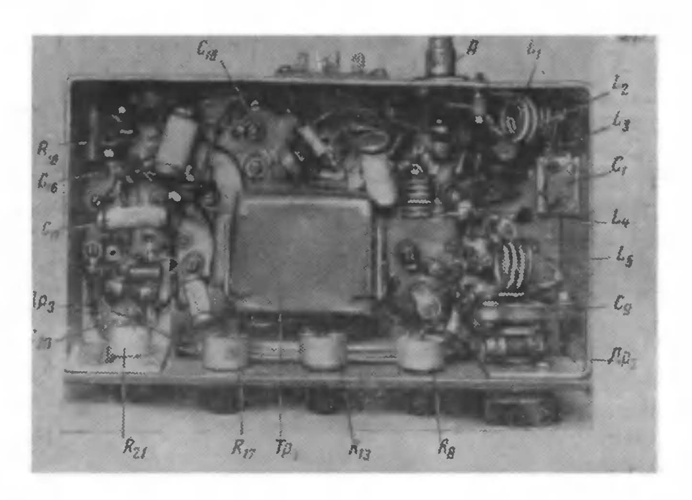


Рис. 6. Монтаж деталей в подвале шасси

(например, «Балтика», «ВЭФ», «Минск», «Звезда» и др.). Принципиальная схема такого выпрямителя приведена на рис. 7. При самостоятельном изготовлении подобного трансформатора можно взять сердечник из пластин Ш-22, толщина набора 42 *мм;* сетевые обмотки *I* и *II* содержат по 698 витков провода ПЭЛ 0,33 с отводом от 93-го витка. Повышающая обмотка *III* наматывается проводом ПЭЛ 0,2—3 500 витков с отводом от 1750-го витка. Обмотка *IV* для накала кенотрона наматывается проводом ПЭЛ 0,59 и содержит 31 виток. Обмотка *V* накала ламп приемника содержит 39 витков провода 1,0.

Дроссель фильтра выпрямителя $Др_1$ берется от приемника «Урал» (или другой подходящий). Такой дроссель можно изготовить также на сердечнике из пластин

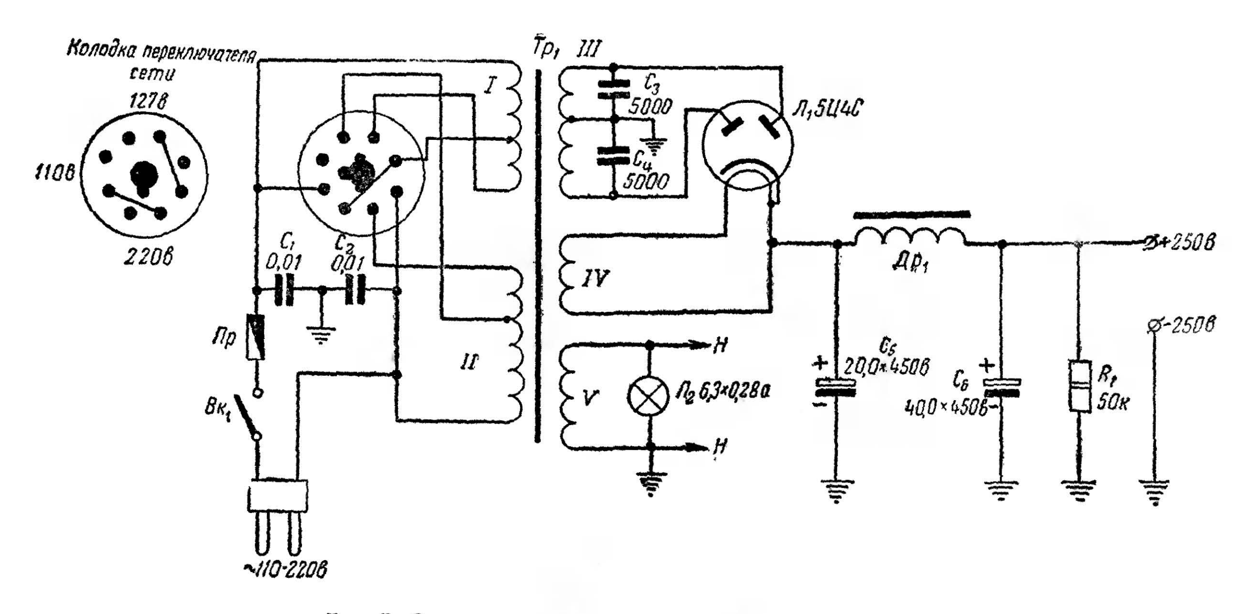


Рис. 7. Схема выпрямителя для питания приемника

Ш-14, толщина набора 15 *мм*. Обмотка дросселя содержит 3 000 витков провода ПЭЛ 0,15. В сердечнике дросселя следует предусмотреть воздушный зазор толщиной 0,2 *мм* (примерно два слоя писчей бумаги).

Сигнальная лампочка $Л_2$, подключенная параллельно обмотке *V*, является указателем включения выпрямителя. Конденсаторы C_1 и C_2, подключенные к входу выпрямителя, служат для защиты приемника от проникания в него помех из сети, C_3 и C_4, подключенные к анодам кенотрона $Л_1$, способствуют уменьшению фона на выходе выпрямителя.

Фильтр выпрямителя, кроме низкочастотного дросселя $Др_1$, содержит два электролитических конденсатора C_5 и C_6. Параллельно выходу выпрямителя включено нагрузочное сопротивление R_1. Выпрямитель выполняется в виде отдельного блока, что позволяет использовать его для питания других конструкций.

Налаживание приемника. После проверки правильности монтажа и измерения статических режимов всех ламп (например, с помощью прибора ТТ-1) приступают к покаскадному налаживанию приемника. Убедившись в исправности усилителя НЧ, переходят к налаживанию сверхрегенеративного детектора.

При вращении ручки переменного сопротивления R_8 в телефонах (или громкоговорителе) должен плавно появляться и пропадать специфический шум, свойственный сверхрегенеративному детектору. Если этого нет, следует добиться его появления, изменяя емкость конденсатора C_{10} и подбирая емкость конденсатора C_{11}.

Следует учитывать, что увеличение емкости конденсатора C_{11} в пределах до 1 000—2 000 *пф* облегчает возникновение режима сверхрегенерации. Кроме того, в дальнейшем при окончательной доводке приемника следует также экспериментально подобрать наивыгоднейшие точки присоединения к контуру L_5C_9 ВЧ дросселя $Др_2$ и конденсатора C_7.

Далее производят предварительную подгонку диапазона приемника. Для этого ротор конденсатора C_9 устанавливают в среднее положение и с помощью ГИРа резонансного волномера или градуированного приемника определяют частоту, на которую настроен сверхрегенеративный каскад; частота настройки контура должна быть равна 145 *Мгц*. Если она отличается от этой вели-

чины в ту или другую сторону, следует изменить расстояние между витками катушки L_5 и настроить сверхрегенератор при среднем положении конденсатора C_9 точно на частоту 145 *Мгц*.

Для дальнейшей настройки приемника лучше всего воспользоваться сигнал-генератором (например, СГ-1 или ГМВ). Сигнал небольшой силы (не более 20—50 *мкв*) с частотой 145 *Мгц* подается на вход *А* приемника. Перед этим желательно с помощью ГИРа предварительно проверить частоту настройки контуров L_2, L_3 и L_4; она должна быть порядка 145 *Мгц*. С помощью подстроечного конденсатора C_1 и путем изменения расстояния между витками катушек L_2, L_3 и L_4 добиваются наибольшего уровня сигнала на выходе приемника. Величину подаваемого на вход приемника напряжения ВЧ следует в процессе настройки все время снижать, чтобы она в конце настройки была не более 3—5 *мкв*. Каскад шумоподавления при этом не включается.

Дополнительные выводы от катода и сетки лампы 6С3П закорачиваются при монтаже на ламповой панельке этого каскада.

Замкнув тумблер *ВК*, приступают к налаживанию каскада шумоподавления.

Прежде всего следует убедиться в наличии ВЧ колебаний на контуре L_6C_{20}. Это может быть сделано при помощи ГИРа или простейшего ВЧ пробника, составленного из витка связи, детектора и микроамперметра.

Проверка может быть также произведена и определением наличия сеточного тока у лампы $Л_5$. Убедившись в нормальной работе гетеродина, его настраивают на частоту 145 *Мгц*. Латунный подстроечный сердечник у катушки L_6 при этом должен быть установлен в среднее положение. Желательно предварительную настройку контура гетеродина произвести с помощью ГИРа и в дальнейшем лишь совместить ее с настройкой приемника путем прослушивания работы гетеродина на приемнике (по прекращению шума сверхрегенератора).

В дальнейшем перестройка контура L_6C_{20} на другие частоты в пределах диапазона 144—146 *Мгц* производится только с помощью латунного подстроечного сердечника у катушки L_6. Степень шумоподавления устанавливается ручкой переменного сопротивления R_{21}. Следует учитывать, что резкое уменьшение чувствительности при-

емника (до 1 *мв*) будет происходить при повышении напряжения на аноде лампы $Л_5$ свыше 25—30 *в*.

Каскад шумоподавления при приеме достаточно сильного сигнала может не выключаться, нужно только подстроить контур L_6C_{20} на частоту, несколько меньшую (или большую), чем приходящий сигнал, и добиться приема с минимальными искажениями, оставляя шумоподавитель все время включенным. В этом случае особенно тщательно следует подобрать наивыгоднейшую величину напряжения на аноде лампы $Л_5$.

Данная конструкция приемника рассчитана на работу с несимметричными антеннами (например, четвертьволновой вертикальный штырь с фидером, выполненным из коаксиального кабеля). В случае необходимости использования приемника для работы с симметричными антеннами второй конец катушки L_1 отсоединяется от шасси и присоединяется к второму выводу специального антенного разъема, применяемого для симметричных фидерных линий.

В заключение следует указать, что лампу 6Н14П в усилителе ВЧ можно заменить лампой 6Н3П с несколько худшими результатами. Лампу 6С3П в сверхрегенеративном каскаде в случае необходимости также можно заменить лампами 6С2П, 6С1П, включенными триодом, лампой 6Ж3П или двойным триодом 6Н3П. Второй триод 6Н3П при этом может быть использован для предварительного усиления НЧ.

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А. Базилев, П. Доценко

Решения декабрьского и февральского Пленумов ЦК КПСС открыли новые широкие горизонты для мощного расцвета производительных сил нашей страны, развития химической индустрии, интенсификации сельского хозяйства, значительного увеличения выпуска сельскохозяйственных продуктов, дальнейшего роста благосостояния советских людей.

В выполнение этих исключительно важных задач свой скромный вклад могут и должны внести радиолюбители ДОСААФ, работающие над созданием различных радиоэлектронных приборов для села.

Настоящая статья знакомит читателей с некоторыми конструкциями радиоэлектронной аппаратуры, разработанными радиолюбителями для нужд сельского хозяйства и нашедшими применение в колхозах и совхозах.

Ветеринарный электротермометр

(конструкторы — радиолюбители Лобацевич Н. И., Кругликов Б. П. и Баранов П. С., г. Иваново)

Контроль состояния животных включает измерение температуры, которое обычно осуществляется стеклянными термометрами и требует для каждого измерения около 3—5 мин.

Электротермометр же позволяет быстро (за 2—3 сек.) измерять температуру у животных как при стойловом их содержании, а также на ходу при медленном движении в потоке.

Электротермометр собран по схеме уравновешенного измерительного моста (рис. 1), в одно плечо которого

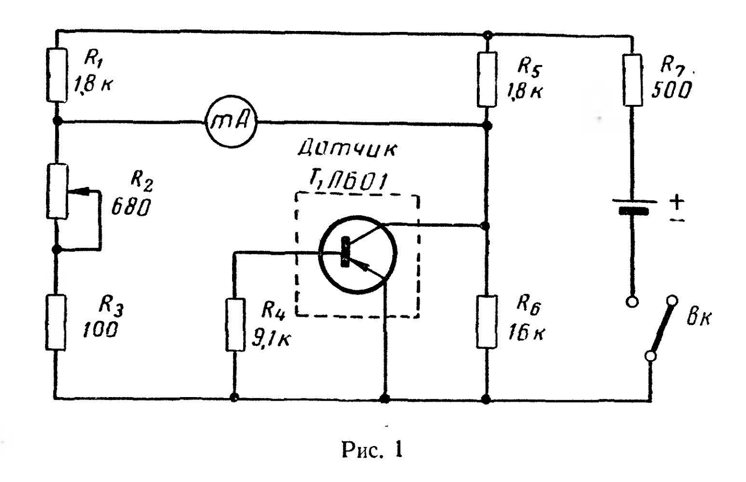


Рис. 1

включен датчик температуры, созданный на базе транзистора П601.

Если мост будет уравновешен при какой-то определенной температуре, то при прикосновении к телу животного температура датчика изменится, баланс моста нарушится и через измерительный прибор пойдет ток. Стрелка прибора отклонится пропорционально разности температур окружающей среды и тела животного. Переменное сопротивление R_2 служит для установления контрольной точки температуры (+37°C) по шкале измерительного прибора.

Сопротивления R_4 и R_6 создают оптимальный режим работы транзистора, сопротивление R_7 создает необходимый режим работы устройства.

Общий вид прибора и расположение отдельных его деталей внутри корпуса показаны на рис. 2. Корпус выполнен из листового металла, размеры корпуса определяются размерами измерительного прибора и источника электропитания.

В данной конструкции может быть использован гальванометр от тестеров ТТ-1 или Ц-20. Питание прибора осуществляется от одного элемента типа «Сатурн».

Датчик температуры (транзистор П601) для удобства измерений смонтирован на конце специальной штанги.

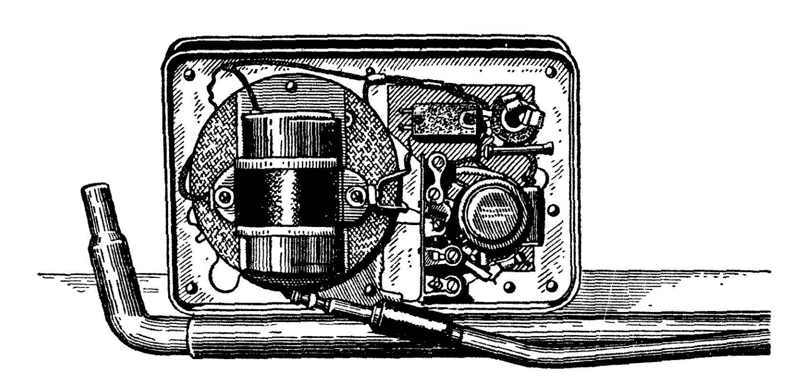


Рис. 2.

Используемый для датчика транзистор подлежит некоторой переделке. С этой целью вскрывают крышку корпуса транзистора (рис. 3). Затем к тонким проводникам — выводам от кристалла — припаивают легкоплавким припоем удлинительные проводники из проволоки ПЭВ 0,1 или ПЭШО 0,1 длиной 100—120 *мм*. Во избежание перегрева и порчи транзистора следует предусмотреть во время пайки теплоотвод (рис. 4, *а*). Ножницами отрезают отводы от выводов внутри транзистора и пинцетом осторожно ставят их вертикально (рис. 4, *б*). Закрепив корпус транзистора в тиски, его подогревают снизу паяльником и, как только припой начнет плавиться, пинцетом отделяют основание с кристаллом от корпуса (см. рис. 3). Из тонкой медной фольги вырезают диск с контактным выводом. Диаметр диска должен быть на один миллиметр больше основания с кристаллом. В центре диск залуживают легкоплавким припоем, к контактному выводу припаивают удлинительный проводник, после чего контактный вывод изгибают (рис. 4, *в*). Диск снизу прогревают паяльником и к центральной залуженной части при помощи пинцета припаи-

вают основание с кристаллом. Основной элемент датчика готов. На свое место в головку штанги готовый элемент вставляют нижней частью кружочка из фольги и приклеивают клеем БФ-2.

Все отводы датчика припаивают к переходной колодочке внутри штанги или зонда.

Перед измерением температуры головку зонда смазывают вазелином и вводят на 2—3 сек. в прямую кишку животного.





Рис. 3

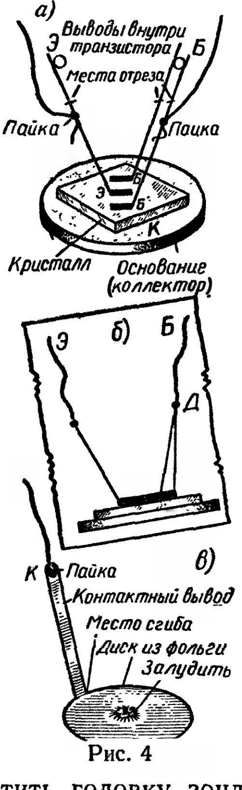


Рис. 4

Практически достаточно поместить головку зонда в складки кожи ануса на 2—3 сек., чтобы получить почти точную (—0,1+0,2°) температуру тела животного.

Измерять температуру также можно, прикладывая датчик к любой оголенной от шерсти точке тела животного или птицы.

Используя схему и принцип работы ветеринарного электротермометра, радиолюбитель Кругликов Б. П. (г. Иваново) сконструировал электротермометр для измерения температуры зерна.

Штанга изготовляется из стальной трубы диаметром 25 *мм* и длиной 1,8 *м*. Номиналы трех сопротивлений при измерении температуры зерна изменяются (R_1—22 *к*, R_6—12 *к*, R_5—22 *к*). В остальном схема остается без изменений, как она приведена на рис. 1.

Электронный счетчик количества молока

(конструкторы — радиолюбители Базилевич А. Г. и Чемерис И. И., г. Сумы)

Счетчик предназначен для индивидуального учета количества молока от каждой коровы на доильных установках.

Принцип работы электронного счетчика основан на измерении времени прохождения столбиков молока

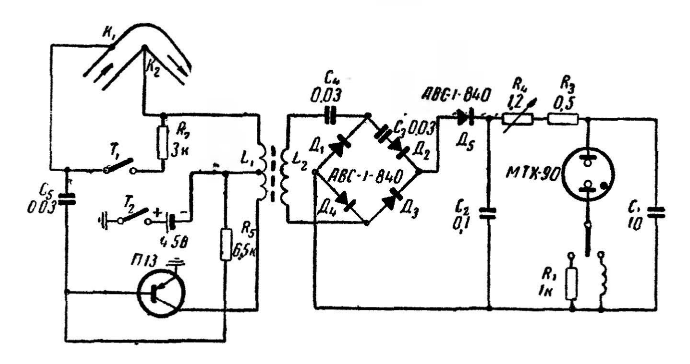


Рис. 5

с учетом, что скорость их постоянна при постоянном давлении в вакуумной системе.

Схема счетчика (рис. 5) состоит из датчика в виде изогнутой пластмассовой трубки с двумя графитовыми электродами; ячейки преобразования сигнала, выполненной по схеме ждущего генератора на одном транзисторе; выпрямителя; ячейки памяти, состоящей из конденсатора C_1 и тиратрона типа МТХ-90 и импульсного счетчика.

Проходящий через датчик столбик молока замыкает контакты (электроды) датчика K_1 и K_2, в результате чего возбуждается генератор, собранный на одном транзи-

сторе типа П13. Генератор работает до тех пор, пока есть молоко. Как только подача молока прекращается, генерация срывается.

Импульсы, поступающие с генератора, выпрямляются выпрямителем, собранным по мостовой схеме, и через диод $Д_5$ и сопротивления R_4, R_3 заряжают конденсатор C_1 ячейки памяти.

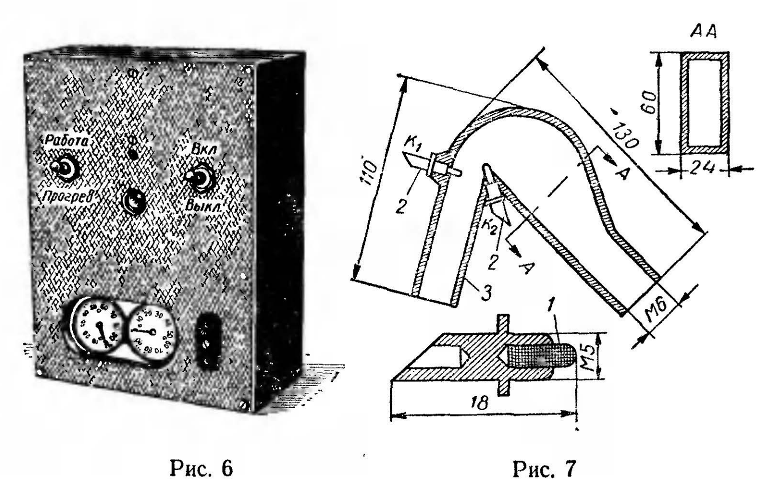


Рис. 6 Рис. 7

При достижении напряжения на конденсаторе потенциала зажигания тиратрона последний зажигается и конденсатор C_1 разряжается через обмотку импульсного счетчика, в результате чего по шкале счетчика можно отсчитывать количество молока в граммах или долях литра.

Катушки L_1 и L_2 выполнены на сдвоенном Ш-образном ферритовом сердечнике типа Ш-7 (М-1000). Обмотка L_1 состоит из 60 витков провода ПЭВ 2 с отводом от середины. Катушка L_2 содержит 800 витков провода ПЭЛШО 0,08. Обе катушки наматываются внавал.

Прибор оформлен в виде небольшой коробки размером 200×160×50 *мм*. Шкала счетчика и ручки управления прибором выведены на переднюю панель.

Датчик включается в разрыв резинового шланга доильного аппарата возле слива молока в коллектор. Общий вид прибора приведен на рис. 6, а размеры датчика — на рис. 7.

Влагомер

(конструктор — радиолюбитель Свиридов А. Ф., г. Ташкент)

Влагомер предназначен для измерения влажности хлопка-сырца. Время на одно измерение—около 0,5 мин.

Как видно из схемы прибора (рис. 8), он состоит из двух генераторов, собранных на транзисторах T_1 и T_2

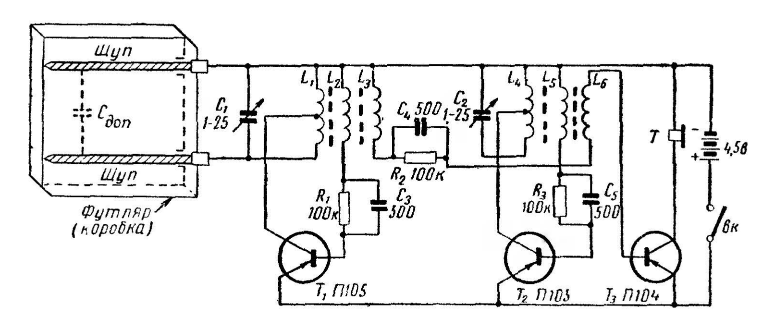


Рис. 8

индикаторного устройства (транзистор T_3 с телефонными наушниками), источника питания (батарейка для карманного фонаря) и датчика. Последний представляет собой небольшую коробку из изоляционного материала с отверстиями для щупов и крышкой—свинцовой пластинкой, играющей роль постоянного груза. Щупы соединены с контуром L_1C_1 генератора и вставляются в коробку перед заполнением ее образцом измеряемого хлопка-сырца.

Принцип действия прибора основан на изменении частоты генератора от введения в контур L_1C_1 дополнительной емкости $C_{доп}$, величина которой зависит от влажности измеряемого хлопка-сырца при постоянном давлении крышки (груза). Подстройкой частоты второго генератора (транзистор T_2) с помощью конденсатора C_2 получают нулевые биения (определяемые по ослаблению и полному исчезновению слышимости разностной частоты в телефонных наушниках). Конденсатор C_2 имеет градуированную шкалу, по которой с помощью заранее со-

ставленных таблиц или графиков определяется влажность хлопка.

Общий вид прибора с датчиком приведен на рис. 9.

Кроме измерения влажности хлопка-сырца, влагомер может быть приспособлен для измерения влажности зерна и других сельскохозяйственных продуктов.

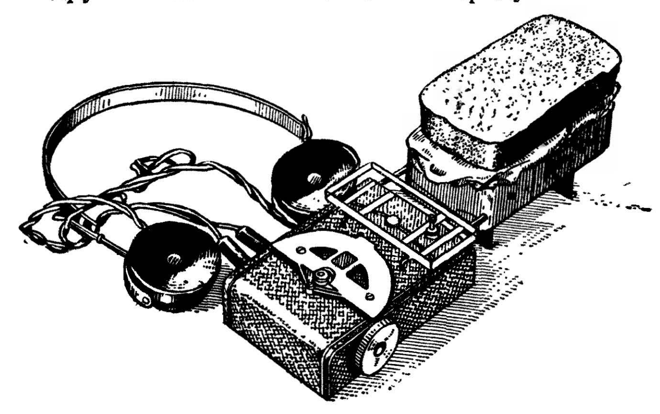


Рис. 9

Катушки L_1 и L_4 имеют по 40+450 витков провода ПЭШО 0,15, катушки L_2 и L_5 — по 40 витков провода ПЭШО 0,15 и катушки L_3 *и* L_6 — по 2 витка провода ПЭШО 0,15; намотаны катушки на сердечниках СБ.

Конструктивно прибор (без датчика) оформлен в виде небольшой коробки, одну половину которой занимает батарейка КБС-Л-0,5 и вторую половину—детали и монтаж самого прибора.

Счетчик кур

(конструкторы — радиолюбители Лобацевич Н. И. и Нахабцев Л. Т., г. Иваново)

Счетчик предназначен для подсчета количества кур на птицефермах. Он состоит из датчика и электронного реле-счетчика.

Прибор (рис. 10) представляет собой обычный маломощный сетевой выпрямитель, работающий на нагрузку— реле-счетчик и датчик. Допускается также питание при-

бора от аккумуляторов напряжением 6—10 *в* или двух батареек КБС-Л-0,5 для карманного фонаря.

Трансформатор $Тр_1$ имеет следующие данные: сердечник из железа Ш-22, набор 44 *мм*. Первичная обмотка

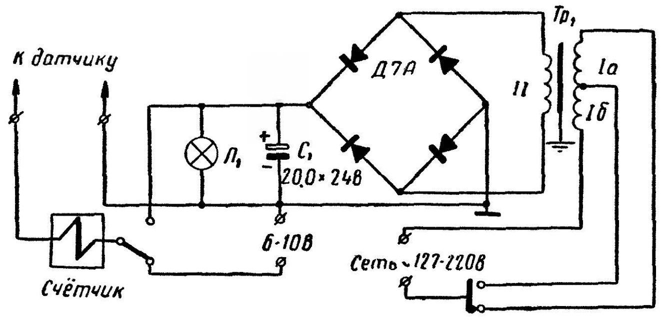


Рис. 10

Iа имеет 440 витков провода ПЭЛ 0,25, обмотка *Iб* — 600 витков провода ПЭЛ 0,35, обмотка *II* состоит из 4 витков провода ПЭЛ 0,8.

Принцип действия счетчика основан на периодическом замыкании и размыкании с помощью датчика электрической цепи реле-счетчика, показывающего суммарный счет этим замыканиям.

Датчик — контактная пластинка с кнопкой — помещается непосредственно у узкого лаза — выхода из курятника; куры, выходя из помещения, обязательно наступают на приподнятую от пола пластинку (рис. 11), замыкая электрическую цепь реле-счетчика. В исходное верхнее положение пластинка поднимается пружиной.

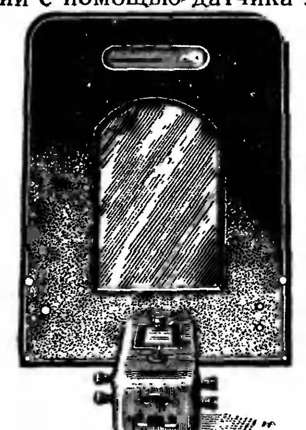


Рис. 11

В качестве импульсного счетчика можно применить фабричный прибор типа ТСБ-1М/100.

Электронный сигнализатор окончания дойки

(конструктор—радиолюбитель Вялухин Б. Д., г. Иваново)

Прибор (рис. 12) представляет собой кварцевый генератор высокой частоты, в анодную цепь которого включена обмотка реле РП-4, а параллельно кварцу — датчик, стеклянная трубка и кольца из фольги, играющие роль дополнительной емкости $C_д$.

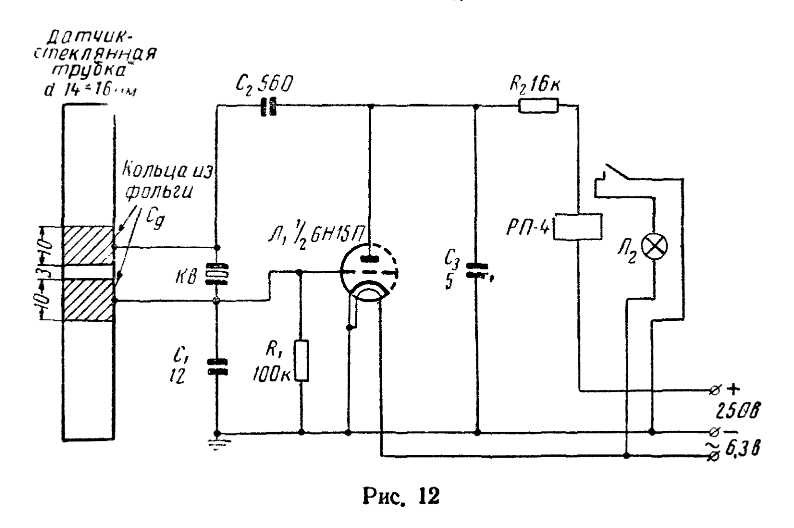


Рис. 12

Когда в стеклянной трубке молока нет (окончание дойки), емкость $C_д$, шунтирующая кварц, незначительна и кварцевый генератор работает нормально. В анодной цепи лампы $Л_1$ устанавливается ток, равный 4 *ма,* при котором контакты реле РП-4 разомкнуты. Во время дойки молоко, проходя по трубке, увеличивает емкость конденсатора $C_д$, в связи с чем возрастает ее шунтирующее действие на кварц и колебания генератора срываются. Ток в анодной цепи лампы $Л_1$ при срыве колебаний увеличивается до 8 *ма,* реле срабатывает и его контакты замыкают цепь сигнальной лампочки.

Конструктивно прибор выполнен в виде небольшой коробки из оргстекла. Датчик — стеклянная трубка с конденсатором $C_д$ — герметизирован (залит парафином). Прибор помещен в кожух.

Питание прибора осуществляется от обычного выпрямителя, собранного в отдельном блоке и присоединяемого к генератору с помощью шланга.

Датчик — стеклянная трубка — вставляется в резиновые шланги молокопровода взамен стеклянной смотровой трубки. Сигнальная лампочка монтируется вместе с выпрямителем. Кварц использован на частоту 6 800 *кгц.*

Приведенные описания радиолюбительских конструкций представляют собой лишь незначительную часть приборов, разработанных и примененных радиолюбителями в сельском хозяйстве.

Однако следует сказать, что таких приборов пока еще мало, и задача радиолюбителей-конструкторов — активизировать свою конструкторскую деятельность в этом направлении.

Сельскому хозяйству нужны различные приборы, в том числе:

— портативный электрокардиограф для снятия электрокардиограмм с сельскохозяйственных животных;

— телеметрическая установка для изучения условных рефлексов с телепередачей и программным устройством;

— электронные приборы для почвенно-мелиоративной лаборатории по изучению водно-физических свойств почв и грунтов;

— электронный прибор для определения коэффициента фильтрации грунтов (песчаных, суглинистых и гравелистых), находящихся под водой на глубине от 0,5 до 3 *м,* с автоматической записью показаний;

— автоматический уклонодатчик, обеспечивающий заданный угол дна канала или дрена при работе канавокопателя или кротового орудия. Уклонодатчик должен обеспечивать равномерный ход орудия с постепенным выглублением или заглублением в пределах от 0,001 до 0,005 независимо от рельефа поверхности;

— бесконтактный счетчик поступления пульпы при работе земснаряда. Счетчик должен показывать ($м^3$) выработку земснаряда;

— консистомер для определения консистенции пульпы с точностью $\pm 2\%$. Датчик прибора должен легко и просто монтироваться в напорную сеть грунтопровода;

— комплекс приборов или отдельные приборы для автоматического и телемеханического регулирования и

управления гидротехническими сооружениями оросительных систем и насосными станциями;

— средства автоматического регулирования для дистанционного управления работой оросительной системы, обеспечивающие регулирование с центрального диспетчерского пульта;

— радиоэлектронные приборы для измерения малых скоростей жидкостей (воды) с указанием направления течения;

— прибор для определения мутности жидкости. Прибор должен быть малогабаритным, переносным и экономичным по питанию. Желательно применение в конструкции полупроводниковых приборов;

— лабораторный прибор для химического и биологического анализа воды;

— электронный поромер для измерения распределения пор в почве по размерам. Диапазон измерения диаметра пор от 0,1 до 0,00001 *см;* точность измерения ±1%;

— прибор для измерения порозности сильно уплотненных почв до глубины 30—35 *см* непосредственно в полевых условиях;

— электронный солемер для определения количества растворимых солей в почвенной пробе в полевых условиях;

— измеритель коэффициента трения для определения коэффициента трения почвы о различные материалы в лабораторных и полевых условиях. Точность замера ±1%; продолжительность замера 5 мин.;

— полупроводниковый прибор для определения влажности внутрипочвенного воздуха;

— термометр для дистанционного многоточечного измерения температуры зерна в потоке при сушке; точность ±1%;

— влагомер для дистанционного измерения влажности воздуха в межзерновом пространстве при сушке. Диапазон измерений 30—100%, точность ±2,5%;

— электронный автоматический регулятор режима сушки зерна по температуре и влажности. Точность по температуре ±1°, точность по влажности ±1%, отклонение от заданной программы не более ±1%;

— универсальный электронный прибор с записью на термоэлектрическую бумагу для измерения температуры, влажности и освещенности: а) измерение температуры

от —30 до +100°С (с погрешностью ±1%); б) измерение влажности сельскохозяйственных продуктов, материалов и воздуха от 5 до 80% (с погрешностью ±5%); в) измерение освещенности до 5 000 люкс с допустимой погрешностью ±1%;

— автоматическое программное устройство для управления производственными процессами в пленочных сооружениях. Оно должно обеспечивать автоматическое регулирование температуры, влажности воздуха и почвы и подачи питательных растворов к растениям;

— экономичный (желательно на транзисторах) прибор для непрерывного контроля глубины борозды;

— малогабаритные и экономичные радиостанции, предназначенные для установки на тракторах и самоходных машинах с целью поддержания непрерывной оперативной связи с полевым бригадным станом. Станции должны быть простыми в обращении и надежными в эксплуатации;

— автомат для автоматической остановки ветродвигателя при наполнении водой резервной емкости, например напорного бака;

— универсальный прибор агролаборатории с автоматической записью показаний для изучения влагообмена у растений в полевых условиях. Прибор предназначен для регистрации транспирации растений. Он должен быть портативным и удобным для работы в полевых условиях и давать усредненные данные с нескольких растений. Питание прибора желательно осуществить от аккумуляторов;

— электронное устройство для создания искусственных «суток» с соотношением времени света и темноты 2 : 1. Продолжительность «суток» — 24, 21, 18, 15 и 12 час;

— контрольный прибор для определения свежести молока. Прибор должен позволять судить о сохранении качества молока в процессе его транспортировки;

— простой прибор для регистрации на полях суммы выпавших осадков за каждые сутки при наблюдении один раз в 5—10 дней. Точность измерения ±2 *мм;*

— электронный переносный прибор для измерения температуры зеленой массы растений. Точность измерения ±0,2°.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Ломанович

Измерительные приборы промышленного изготовления, предназначенные для определения всех параметров транзисторов, из-за своей сложности и дороговизны мало пригодны для применения в радиолюбительской практике. Но часто можно обойтись приборами радиолюбительской конструкции. В литературе уже приводилось описание радиолюбительских приборов для проверки транзисторов (см., например, «Радио» № 3 за 1961 г. и др.).

В большинстве случаев для определения исправности транзистора достаточно проверить его коэффициент усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером (β) и величину обратного тока коллекторного и эмиттерного переходов ($I_{ко}$ и $I_{эо}$).

Ниже приводится описание прибора для измерения основных параметров транзисторов как с *p-n-p*, так и с *n-p-n* переходом в режиме, заданном по постоянному току, а также в режиме генерации на низкой частоте.

На рис. 1 и 2 приведены схемы измерения всех перечисленных выше параметров транзистора. Схема, изображенная на рис. 1, *а*, применяется для измерения обратного тока коллектора ($I_{ко}$); цепь эмиттер — база при производстве такого измерения остается разомкнутой. Схема рис. 1, *б* служит для измерения обратного тока эмиттерного перехода ($I_{эо}$); в этой схеме коллекторная цепь разомкнута. Схема, приведенная на рис. 1, *в*, используется для измерения начального тока коллекторного перехода ($I_{кн}$).

Обычно измерение $I_{кн}$ производят при короткозамкнутой цепи база — эмиттер. Однако в практических условиях транзисторам приходится работать в значительно более тяжелых режимах. Поэтому правильнее будет про-

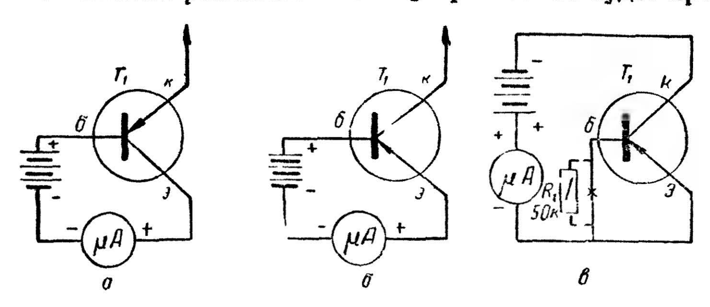


Рис. 1. Схемы для измерения $I_{ко}$, $I_{эо}$ и $I_{кн}$ у транзисторов

изводить проверку транзисторов в условиях, максимально близких к реальным. Это достигается подключением некоторого сопротивления (R_1) во входную цепь транзи-

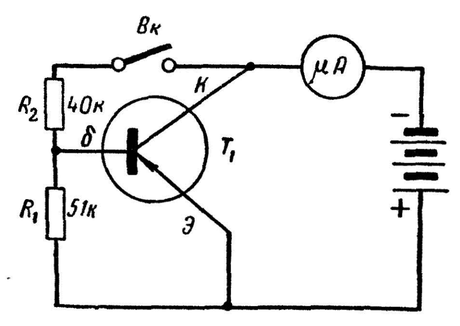


Рис. 2. Схема для измерения β у транзисторов

стора (между базой и эмиттером). Одновременно при этом производится оценка и электрической прочности транзистора. Величина сопротивления R_1 подбирается, но ее не следует брать свыше 60—100 *ком*. При большой величине сопротивления R_1 транзистор может оказаться в очень тяжелом режиме и при наличии у него большого коэффициента усиления начальный ток коллектора может достигнуть такой величины, при которой возможен

лавинообразный разогрев и последующий пробой коллекторного перехода и выход транзистора из строя.

Следует отметить, что этот недостаток свойствен ряду приборов, описанных радиолюбителями, так как у них измерение тока коллекторного перехода производится вообще при отключенной базе.

При включении некоторого сопротивления в цепь эмиттер—база испытываемого транзистора можно также с большей точностью судить о его свойствах и качестве. Если при этом величина тока, текущего через его коллекторный переход, будет соответствовать (или даже будет меньше) технических норм $I_{ко}$, установленных для данного типа транзисторов, то такой транзистор можно смело использовать на любом ответственном участке схемы.

Следует отметить, что современные высококачественные диффузионные транзисторы имеют очень небольшой обратный ток коллекторного перехода. По техническим условиям для таких транзисторов он устанавливается не более 2—5 *мка*. Это заставляет прибегать к использованию весьма чувствительных приборов (не менее 50 *мка*) для измерения обратных токов *p-n-p* переходов. Увеличение тока в коллекторной цепи испытываемого транзистора, вызванное включением в цепь база—эмиттер некоторого сопротивления, позволяет использовать для испытания и сравнительной их оценки значительно менее чувствительные микроамперметры (порядка 200—300 *мка*).

На рис. 2 приведена схема, позволяющая производить ориентировочную оценку коэффициента усиления по постоянному току (β) у испытываемого транзистора. Он включается по схеме усилителя постоянного тока с общим эмиттером. Коэффициент усиления транзистора T по току (β) ориентировочно может быть определен по формуле:

$$\beta = \frac{I_к}{I_б}.$$

Из-за малой величины сопротивления перехода база—эмиттер и сравнительно большого сопротивления R_1, шунтирующего этот переход, ток базы транзистора T_1 будет в основном определяться величиной сопротивления смещения (R_2). Так как у большинства транзисторов коллекторный ток всегда в 100—150 раз больше тока базы, а величины их связаны прямо пропорциональной за-

висимостью, то можно, задав с помощью сопротивлений R_1 постоянный ток базы, свести измерение β к измерению приращения коллекторного тока у всех испытываемых транзисторов.

Величина этого сопротивления может быть определена по формуле:

$$R_{(см)} = \frac{E_б \beta_{макс}}{I_{макс}},$$

где $E_б$ — напряжение батареи, *в*;
$\beta_{макс}$ — максимально возможный коэффициент усиления транзистора (предел измерения);
$I_{макс}$ — максимальный ток, *ма*.

В ряде случаев бывает очень полезной непосредственная проверка и оценка качества работы испытываемого транзистора в генераторном режиме. Для этого может быть использована схема, приведенная на рис. 3, где

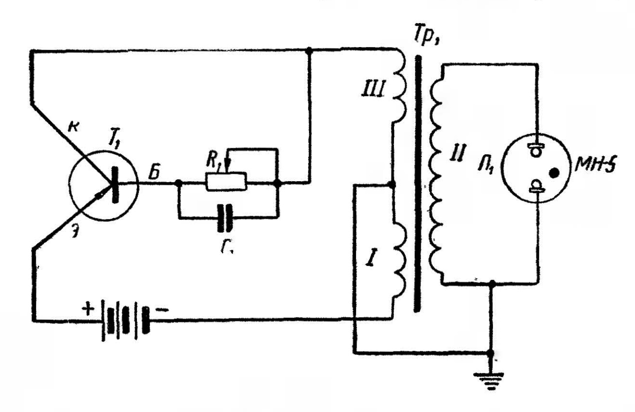


Рис. 3. Схема однотактного релаксационного генератора, собранная на проверяемом транзисторе

транзистор T_1 подвергается проверке в релаксационном низкочастотном генераторе с трансформаторной связью. При исправном транзисторе возбуждаются релаксационные колебания, частота которых в основном определяется параметрами трансформатора $Тр_1$.

При работе генератора в обмотке *II* трансформатора $Тр_1$ возникает повышенное напряжение, величина которого находится в зависимости от качества испытываемо-

го транзистора. Неоновая лампочка $Л_1$, подключенная в качестве нагрузки к обмотке *II* трансформатора $Тр_1$, может быть использована как индикатор при испытании транзисторов. Более точно о свойствах проверяемых в такой схеме транзисторов можно судить путем измерения генерируемого напряжения, о чем будет сказано ниже.

Мощность, потребляемая таким генератором от источника питания, определяется типом транзистора и величиной сопротивления R_1, которое используется для регулировки тока базы, а следовательно, входной и выходной мощности генератора. При испытании транзисторов различных типов движок переменного сопротивления устанавливают в положение, обеспечивающее наиболее оптимальный режим генератора, руководствуясь яркостью свечения индикатора или максимальными показаниями вольтметра переменного тока, подключенного к обмотке *II* трансформатора $Тр_1$.

Следует отметить, что указанная на схемах полярность напряжений соответствует транзисторам с *p-n-p* переходом. Для транзисторов типа *n-p-n* полярность подключения батареи и измерительных приборов должна быть изменена на обратную.

Схема и детали прибора. Принципиальная схема прибора для испытания транзисторов приведена на рис. 4. Для питания прибора используется батарея, составленная из трех последовательно соединенных окисно-ртутных элементов типа ОР-4. Транзисторы обоих типов проводимости подключаются к трем пружинящим зажимам, имеющим соответствующую маркировку. Переключатель $П_1$—$П_2$, собранный из двух обычных тумблеров, устанавливается в одно из положений, определяемое структурой проверяемого транзистора. В показанном на схеме нижнем положении этого переключателя проверяются транзисторы с проводимостью *p-n-p*, в верхнем — с проводимостью *n-p-n*. Обратный ток коллектора может быть измерен при подключении базы проверяемого транзистора к зажиму *Э*, а коллектора — к зажиму *К* (вывод эмиттера оставляют свободным). Для измерения обратного тока эмиттера вывод базы проверяемого транзистора подключают к зажиму *Э*, а эмиттер — к зажиму *К* (вывод коллектора оставляют свободным).

При подключении проверяемого транзистора всеми тремя выводами к зажимам соответствующей маркиров-

ки производится проверка величины его начального коллекторного тока при включенном в цепь эмиттер—база сопротивлении R_1.

Для измерения у транзистора средней величины его коэффициента усиления по току следует нажать сдвоенный кнопочный переключатель $П_3$. При этом в цепь осно-

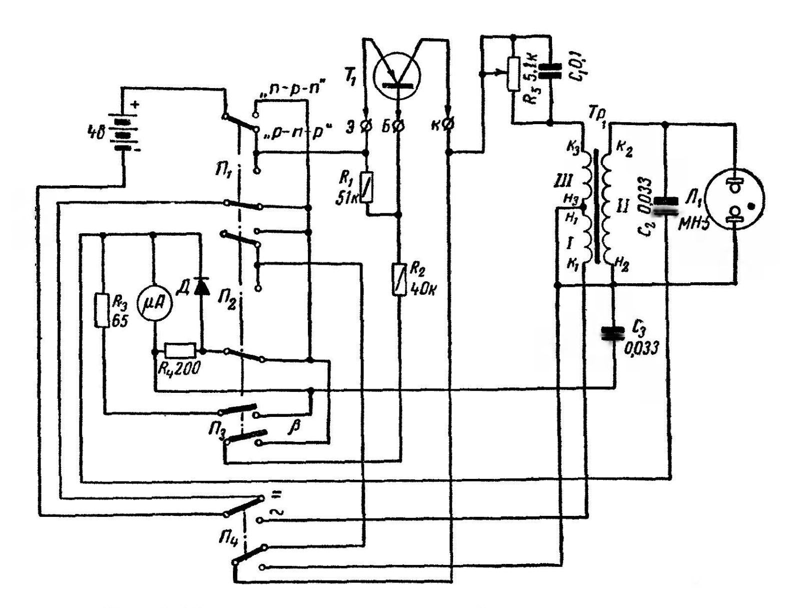


Рис. 4. Принципиальная схема прибора для проверки транзисторов

вания проверяемого транзистора подключается сопротивление смещения R_2 и параллельно микроамперметру — шунтирующее сопротивление R_3. Сопротивление R_4, включенное последовательно с микроамперметром, служит для ограничения начального тока, текущего через прибор при подключении неисправного транзистора. При отсутствии подходящего двойного кнопочного переключателя для $П_3$ могут быть использованы обычная одинарная кнопка и простой тумблер для подключения шунта к микроамперметру.

Переключатель $П_4$ служит для установки способа проверки транзистора. В положении «=» транзистор про-

веряется по постоянному току, в положении ~ в низкочастотном генераторном режиме. Обмотка *I* низкочастотного трансформатора $Тр_1$ содержит 85 витков, обмотка *II* — 7 000 витков провода ПЭЛ 0,05 и обмотка *III* — 945 витков провода 0,07. Сердечник собран из пермаллоевых пластин Ш-8 (набор 10 *мм*). Кроме индикаторной неоновой лампочки $Л_1$, для измерения генерируемого



Рис. 5. Вид на лицевую панель прибора для проверки транзисторов

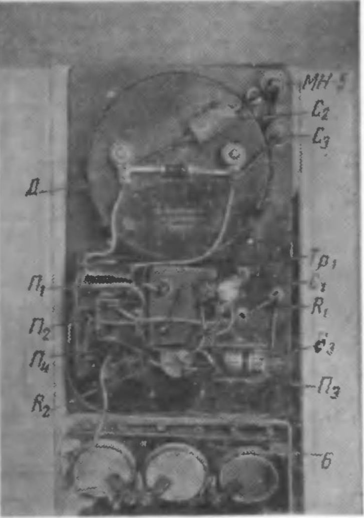


Рис. 6. Монтаж деталей под лицевой панелью прибора

транзистором напряжения используется диодный вольтметр, состоящий из микроамперметра и полупроводникового диода $Д_1$ (типа Д-102).

Переменное сопротивление R_5 типа СПО-0,5.

В качестве микроамперметра используется стандартная головка типа М-49 с током полного отклонения 0,2 *ма* и сопротивлением рамки 650 *ом*.

Монтаж и налаживание прибора. Общий вид лицевой панели смонтированного прибора приведен на рис. 5, монтаж отдельных его деталей дан на рис. 6. Все детали прибора установлены на горизонтальной панели из листового эбонита толщиной 4 *мм*, размерами 150×100 *мм*. Прибор помещен в защитный кожух глубиной 43 *мм*, из-

готовленный из листового дюралюминия толщиной 0,5 *мм*.

Налаживание прибора можно начать с подбора величин сопротивлений R_2 и R_3, которые находятся в зависимости от данных используемого в приборе микроамперметра. Величина шунтирующего сопротивления R_3 определяется по формуле:

$$R_ш = \frac{R_о}{n-1},$$

где $R_ш$ — сопротивление шунта, *ом;*

$R_о$ — сопротивление рамки микроамперметра, *ом;*

n — число, показывающее, во сколько раз увеличивается предел измерения микроамперметра.

В нашем случае при сопротивлении рамки прибора в 650 *ом* и принятом увеличении предела измерения в 100 раз R_3 берется равным 6,5 *ом.* Таким образом, при подключении R_3 параллельно микроамперметру со шкалой на 200 *мка* он превращается в миллиамперметр с полным отклонением стрелки при 20 *ма.*

Величина сопротивления смещения R_2 теперь может быть определена по вышеприведенной формуле:

$$R_{(см)} = \frac{E_б \beta_{макс}}{I_{макс}}.$$

В нашем случае $E_б = 4$ *в,* принимаемый предел измерения β, удобный для непосредственного считывания со шкалы прибора, 200 и максимальный ток, измеряемый миллиамперметром $I_{макс} = 20$ *ма,* отсюда:

$$R_2 = \frac{4 \cdot 200 \cdot 1000}{20} = 40 \text{ ком}.$$

В этом случае ток базы для всех проверяемых транзисторов будет равен 0,1 *ма* (током самого базового перехода, шунтированного сопротивлением R_1, можно пренебречь), каждое деление шкалы микроамперметра будет соответствовать коэффициенту усиления, равному 10. Вся шкала микроамперметра будет соответствовать $\beta = 200$, что вполне достаточно для практических целей.

Налаживание второй части прибора — генераторной — начинают, установив переключатель $П_4$ в нижнее положение (~). К обмотке *II* $Тр_1$ подключают ламповый

вольтметр переменного тока (лампочка МН-5 временно отключается) и к зажимам *Э, Б* и *К* — заведомо исправный транзистор с β не менее 30—40. Далее регулировкой величины R_5 добиваются генерации. Следует учесть, что величина переменного напряжения на обмотке *II* довольно велика. В зависимости от качества испытываемого транзистора она может быть равной 100—150 *в*. Убедившись в наличии генерируемого транзистором напряжения, к обмотке *II* подключают неоновую лампочку, которая теперь будет служить индикатором при проверке транзисторов. Затем подбором величин конденсаторов C_2 и C_3 добиваются такого положения, при котором при подключении к испытательным зажимам прибора исправного транзистора, обладающего коэффициентом усиления порядка 80—100, стрелка микроамперметра отклоняется на $^2/_3$ шкалы. Величина постоянного напряжения, измеренная ламповым вольтметром на зажимах микроамперметра, при этом будет равной 80—100 *мв*.

Необходимо заметить, что если с помощью прибора в основном будет производиться проверка маломощных транзисторов, то для ограничения тока, текущего через их коллекторный переход, между общей точкой обмоток *I, II* и *III* $Тр_1$ и переключателем $П_4$ следует включить сопротивление порядка 50—70 *ом*. Его следует подобрать такой величины, при которой ток в цепи проверяемого маломощного транзистора (например, П-16) не превышал бы 10—12 *ма*.

Если же с помощью прибора предполагается производить проверку и мощных транзисторов, то такое сопротивление включается только при проверке маломощных транзисторов между зажимом *Э* прибора и эмиттером испытываемого транзистора. При испытании транзисторов типа П-203 и П-4 сила тока в коллекторной цепи равна 100—150 *ма*. Этот ток для указанных типов транзисторов никакой опасности не представляет.

Частота генерируемого тока при использовании вышеуказанного трансформатора равна 100—150 *гц*. При желании она может быть повышена до 3—5 *кгц*. Для этого трансформатор $Тр_1$ выполняется на оксиферовом тороидальном сердечнике с начальной проницаемостью 3 000 гаусс/эрстед (маркировка — три белых черты), с наружным диаметром 20 *мм* и сечением 30 *мм*^{2}. Обмотка *I* содержит 35 витков провода ПЭЛ 0,2, обмотка *II* — 1 000

витков провода ПЭЛ 0,1 и обмотка *III* — 50 витков провода ПЭЛ 0,1.

Трансформатор $Тр_1$ можно выполнить также на стандартном сердечнике из обычной трансформаторной стали (пластины Ш-10, набор 10 *мм*). Обмотка *I* в этом случае содержит 50 витков провода ПЭЛ 0,2, обмотка *II* — 2 000 витков провода ПЭЛ 0,08 и обмотка *III* — 120 витков провода ПЭЛ 0,1.

ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР С КОМПЕНСАЦИОННЫМ КОНДЕНСАТОРОМ

В. Кислов

Описываемый стабилизатор* выгодно отличается простотой устройства от феррорезонансных стабилизаторов, выпускаемых промышленностью. Стабилизатор имеет почти идеальную нагрузочную характеристику и очень высокий коэффициент стабилизации. Вес его меньше по сравнению с промышленными стабилизаторами той же мощности.

Феррорезонансные стабилизаторы имеют существенное преимущество перед другими стабилизаторами, заключающееся в том, что стабилизация осуществляется на стороне переменного тока: стабилизатор включается непосредственно в сеть с колеблющимся переменным напряжением и на своем выходе имеет стабилизированное переменное напряжение. Это позволяет стабилизировать все цепи, включая цепи накала, того устройства, которое подключается к стабилизатору: радиовещательного приемника или телевизора, радиоизмерительного прибора и пр.

К. п. д. феррорезонансных стабилизаторов достаточно высок, так как на переменном токе применяют реактивные балластные сопротивления, потребляющие незначительную мощность.

---

* Предложен автором и описан в журналах: «Радиотехника» № 12, 1959 г. «Феррорезонансный стабилизатор с компенсационным конденсатором», «Радио» № 1, 1961 г., статья под тем же названием.

Выпускаемые промышленностью феррорезонансные стабилизаторы сложны при изготовлении, так как у них сердечники собраны из пластин фигурной формы с воздушными зазорами.

Описываемый здесь феррорезонансный стабилизатор устроен проще: сердечник набирается из Ш-образных пластин без зазора («вперекрышку»). Это позволяет, варьируя размеры пластин, изготовлять стабилизаторы самой различной мощности. Можно также применить ленточный сердечник из стали ХВП.

Коэффициент стабилизации достаточно высок. Без труда можно получить стабильность выходного напряжения порядка ±0,5% номинала при изменении напряжения сети в пределах ±20% среднего значения и больше.

Нагрузочная характеристика практически идеальная: изменение выходного напряжения неощутимо при изменении мощности стабилизатора от максимальной до нуля.

Стабилизатор в отличие от выпускаемых промышленностью допускает холостой ход и короткое замыкание выходных зажимов.

Принцип действия. Принципиальная схема стабилизатора приведена на рис. 1, где L_1 — дроссель, C_1 — компенсационный конденсатор, C_2 — конденсатор, играющий роль реактивного балластного сопротивления.

На рис. 2 приведены графики, поясняющие принцип действия стабилизатора.

Кривая намагничивания стали $B=f(H)$ в определенном масштабе дает зависимость напряжения на зажимах дросселя U_L от тока, протекающего по обмотке дросселя I_L, т. е. является вольтамперной характеристикой дросселя.

Приведенная вольтамперная характеристика выведена из предположения, что напряжение и ток дросселя синусоидальны. В действительности вольтамперная характеристика дросселя нелинейна, из-за чего напряжение и ток дросселя и других участков схемы далеко не синусоидальны, а поэтому и приводимый ниже расчет является ориентировочным.

Для упрощения расчета вольтамперную характеристику дросселя приближенно выразим ломаной линией,

состоящей из двух отрезков прямой (пунктир *оаб* на рис. 2).

Емкость компенсационного конденсатора C_1 выбирается с таким расчетом, чтобы вольтамперная ха-

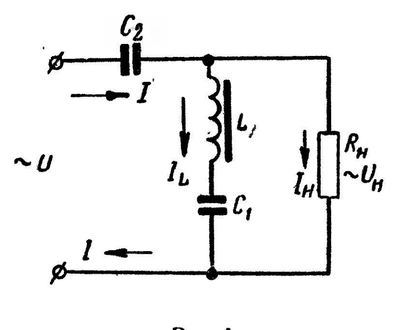


Рис. 1.

Рис. 2.

рактеристика конденсатора $U_{C1}=F\ (I_L)$ оказалась параллельной участку *аб* характеристики дросселя.

В силу того, что U_L и U_{C1} сдвинуты по фазе на 180° (если пренебречь активным сопротивлением дросселя), напряжение на нагрузке стабилизатора U_{H1} равно раз-

ности напряжений дросселя и конденсатора C_1. Вольтамперная характеристика последовательно соединенных дросселя и конденсатора, т. е. зависимость $U_н$ от I_L, полученная как разность кривых U_L и U_{C1}, показана на рис. 2 штрихпунктиром. Эта характеристика имеет горизонтальный участок, что и позволяет поддерживать постоянное напряжение на нагрузке $U_н$ при изменении тока через дроссель I_L в широких пределах.

Принцип действия стабилизатора сводится к следующему: изменение напряжения сети приводит к изменению тока через дроссель. В силу своеобразия вольтамперной характеристики последовательно соединенных дросселя и конденсатора напряжение на нагрузке при этом остается постоянным. Стабилизация возможна только при наличии балластного сопротивления, благодаря которому напряжение сети не равно напряжению нагрузки.

Применение в качестве балластного сопротивления конденсатора C_2 позволяет обходиться без повышающего трансформатора и получать на нагрузке напряжение больше, чем напряжение сети. Это происходит потому, что цепь, изображенная на рис. 1, при минимальном напряжении сети оказывается в режиме, близком к резонансу напряжений.

К входным зажимам стабилизатора целесообразно подключить активное сопротивление для разряда конденсаторов после отключения его от сети. В противном случае входные зажимы стабилизатора, а также выходные (если отключена нагрузка) в течение длительного времени будут находиться под довольно высоким напряжением. На принципиальной схеме (рис. 1) это сопротивление не показано из соображений лучшего восприятия принципа действия стабилизатора. Мощность рассеивания указанного сопротивления можно брать порядка 1% мощности нагрузки стабилизатора ($P=0{,}01\ P_н$). Величина этого сопротивления определяется из соотношения:

$$R=\frac{(U'')^2}{P},$$

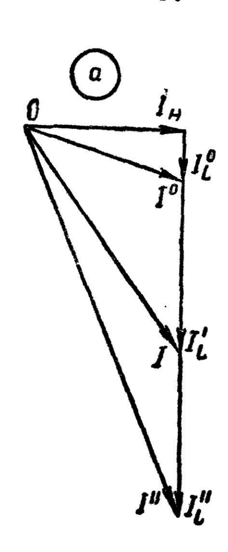
где U'' — максимальное значение напряжения сети.

Вольтамперная характеристика стабилизатора. Из-за нелинейности вольтамперной характеристики дросселя вольтамперная характеристика всего стабилизатора, т. е.

зависимость входного тока I от входного напряжения U (напряжения сети), оказывается также нелинейной.

Для получения этой вольтамперной характеристики, видом которой объясняются особенности работы стабилизатора, рассмотрим векторные диаграммы напряжений и токов. Эти диаграммы позволят также вывести необходимые расчетные формулы.

На рис. 3,*а* приведена диаграмма токов при номинальной нагрузке стабилизатора. По горизонтали отложен ток нагрузки $I_н$. Ток, протекающий по дросселю I_L, отстает от тока $I_н$ по фазе на 90°, поэтому он отложен по вертикали. Как следует из принципиальной схемы (рис. 1), входной ток стабилизатора I равен геометрической сумме токов $I_н$ и I_L.



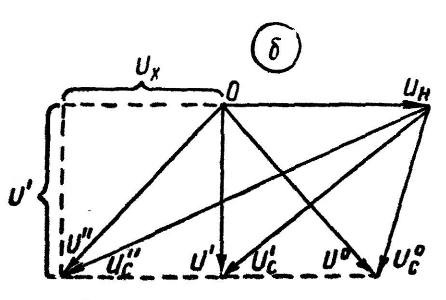


Рис. 3

На рис. 3,*б* приведена векторная диаграмма напряжений. Входное напряжение U равно геометрической сумме напряжений нагрузки $U_н$ и напряжения, действующего на конденсаторе C_2, — U_c. Напряжение нагрузки $U_н$ совпадает по фазе с $I_н$ при условии, что $R_н$ активно и поэтому отложено по горизонтали.

Напряжение на конденсаторе C_2—$U_c = I_{C_2}$ отстает по фазе на 90° от входного тока I и поэтому вектор U_c перпендикулярен I.

При росте тока, протекающего по дросселю I_L, от нуля до величины I_L^0 (см. рис. 2) сопротивление дросселя в соответствии с вольтамперной характеристикой являет-

ся линейным. Поэтому все токи и напряжения цепи, изображенной на рис. 1, растут прямо пропорционально I.

На рис. 4 приведена вольтамперная характеристика стабилизатора (кривая 1). Участок характеристики OM получается при росте тока дросселя от 0 до величины I_L^0 (и соответственно при росте входного тока от 0 до величины I^0).

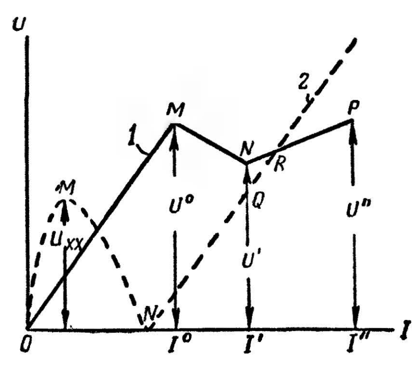


Рис. 4.

Треугольник токов, составленный из векторов $I_н$, I_L^0 и I^0, и соответствующий ему треугольник напряжений $U_н - U_c^0 - U^0$ построены при токе дросселя, равном I^0. При дальнейшем росте тока дросселя до значения I_L', потом до I_L'' напряжение на нагрузке остается постоянным, а входной ток принимает значение соответственно I' и I''. При этом концы векторов I_L и I всегда находятся на вертикальной прямой (которая, таким образом, является геометрическим местом концов векторов I_L и I).

Треугольнику токов $I_н - I_L' - I'$ отвечает треугольник напряжений $U_н - U_c' - U'$.

Треугольнику токов $I_н - I_L'' - I''$ отвечает треугольник напряжений $U_н - U_c'' - U''$.

Из рис. 3,*б* следует, что геометрическим местом концов векторов U_c и U является горизонтальная прямая, показанная пунктиром.

При росте тока дросселя от значения I_L^0 до значения I_L' и при росте входного тока от I^0 до I' входное напряжение уменьшается от величины U^0 до величины U'.

Соответствующий падающий участок вольтамперной характеристики стабилизатора изображен отрезком MN на рис. 4.

Как известно, падающий участок вольтамперной характеристики является неустойчивым.

При дальнейшем росте тока дросселя от I'_L до I''_L (при росте входного тока от I' до I'') входное напряжение растет от значения U' до U''. Соответствующий устойчивый участок вольтамперной характеристики стабилизатора изображен отрезком MP на рис. 4. Этот участок является рабочим. Таким образом, расчет стабилизатора следует произвести так, чтобы входное напряжение U', отвечающее начальной точке N устойчивого участка характеристики, было равно минимальному значению напряжения сети, начиная с которого должна осуществляться стабилизация.

Наличием в вольтамперной характеристике неустойчивого падающего участка MN объясняется следующая особенность работы стабилизатора: в момент включения стабилизатора при номинальной нагрузке входное напряжение должно быть не меньше величины U°, отвечающей точке M. В дальнейшем напряжение сети может снижаться до минимальной заданной величины U' или повышаться до заданной максимальной величины U''. При этом работа будет происходить на устойчивом участке характеристики NP.

Если напряжение сети в момент включения стабилизатора окажется меньше величины U°, то стабилизатор можно включить только при отклоненной нагрузке (вхолостую) с последующим подключением $R_н$. Для пояснения сказанного необходимо иметь вольтамперную характеристику стабилизатора при отключенной нагрузке. Ее можно получить следующим образом: конденсаторы C_1 и C_2 при отключенном $R_н$ оказываются соединенными последовательно, образуя эквивалентный конденсатор $C_э$, который включен последовательно с дросселем L. На рис. 2 изображена вольтамперная характеристика конденсатора $C_э$; вычитая ординаты этой характеристики из ординат характеристики дросселя, получаем интересующую нас вольтамперную характеристику стабилизатора при холостом ходе. Она изображена на рис. 4 пунктиром (кривая *2*). В данном частном случае точка M кривой *2* оказалась ниже точки N кривой *1*. Рассмотрим, что толь-

ко в этом случае возможно произвести запуск стабилизатора при заданном минимальном напряжении сети U'.

Итак, стабилизатор может быть запущен вхолостую с последующим подключением нагрузки при заданном минимальном напряжении сети U' лишь в том случае, когда величина U_{xx} (взятая из характеристики холостого хода) меньше или равна величине U':

$$U_{xx} \leqslant U'.$$

Это условие обычно не выполняется, если заданное минимальное напряжение сети U' много меньше заданного напряжения нагрузки $U_н$, потому что точка N кривой *1* при уменьшении U' опускается, а точка M кривой *2* при этом поднимается (вследствие увеличения C_2 и $C_э$).

Если при проектировании стабилизатора отношение $\frac{U'}{U_н}$ выбирается самим проектировщиком, то следует иметь в виду, что увлекаться увеличением этого отношения до значения *1* и более (с целью облегчения условия запуска стабилизатора при минимальном напряжении сети) не следует.

Из рассмотрения векторных диаграмм 3, *а, б* при минимальном напряжении сети U' (треугольник токов $I_н$ — —I_L— I' и подобный ему треугольник напряжений $U_н$— — U'_c —U') следует, что чем меньше отношение $\frac{U'}{U_н}$, тем меньше угол между векторами U' и I' (угол, определяющий сдвиг фаз входного напряжения и входного тока стабилизатора). Таким образом, чем меньше отношение $\frac{U'}{U_н}$, тем режим стабилизатора ближе к резонансу напряжений, что желательно.

Векторные диаграммы, показанные на рис. 3, приведены для стабилизатора, спроектированного по следующим данным: $U_н = 220$ *в;* мощность стабилизатора $P_н = 200$ *вт*, что соответствует току нагрузки $I_н = \frac{P_н}{U_н} = \frac{200}{220} = 0{,}91$ *а;* $U' = 170$ *в;* $U'' = 240$ *в.*

Как следует из рис. 3, угол сдвига фаз φ между входными напряжением и током (между векторами U' и I') можно определить из следующего соотношения:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{I'_н}{I'_L} = \frac{U'}{U_н} = \frac{170}{220} = 0{,}772;$$

$$\varphi = 37^\circ 45'.$$

Коэффициент мощности равен:

$$\cos\varphi = \cos 37°45' = 0{,}79.$$

Из того же рис. 3 видно, что при любом напряжении сети в интервале $U'—U''$ входной ток опережает входное напряжение, т. е. реактивная слагающая входного тока имеет емкостный характер.

Следовательно, стабилизатор одновременно является компенсатором коэффициента мощности сети и его применение благоприятно сказывается на режиме работы энергосистемы.

Расчетные формулы. При работе стабилизатора должен быть использован устойчивый участок вольтамперной характеристики *NP* (см. рис. 4). Для этого при минимальном напряжении сети U' диаграмма напряжений должна иметь вид треугольника $U_н—U'_с—U''$, у которого вектор U' должен быть вертикальным (см. рис. 3,*б*).

Только при соблюдении этого условия дальнейший рост напряжения сети будет сопровождаться ростом входного тока и, следовательно, работа будет происходить на устойчивом растущем участке характеристики *NP*.

Из-за недостатка места мы лишены возможности привести вывод формул для расчета автотрансформатора. Ниже в примере расчета приводятся лишь необходимые для решения формулы (с поправками на несинусоидальность напряжений и токов).

Пример расчета стабилизатора. Исходными данными для расчета стабилизатора являются следующие величины:

$U_н$ — стабилизированное напряжение на нагрузке, *в;*
$I_н$ — ток нагрузки, *а;*
U' — минимальное напряжение сети, *в;*
U'' — максимальное напряжение сети, *в*.

Стабилизированное напряжение на нагрузке $U_н = 220$ *в*, мощность стабилизатора $P_н = 200$ *вт* (большинство выпускаемых промышленностью феррорезонансных стабилизаторов имеет примерно такие данные). Напряжение сети колеблется в пределах от $U' = 170$ *в* до $U'' = 240$ *в*.

Сначала определим реактивное сопротивление второго конденсатора (C_2):

$$X_{C_2} = 0{,}85\frac{U'}{I_н} = \frac{0{,}85 \cdot 170}{0{,}91} = 159\ ом.$$

Емкость этого конденсатора:

$$C_2 = \frac{3180}{X_{C_2}} = \frac{3180}{159} = 20 \text{ мкф}.$$

Рабочее напряжение конденсатора C_2:

$$U_{C_2 \text{ макс}} = U_н + U'' = 220 + 240 = 460 \text{ в}.$$

Наиболее подходящими являются металлобумажные конденсаторы типа МБГО (или ОМБГ), а также МБГП. Можно применять и бумажные конденсаторы типа КБГ, но они слишком громоздки.

Металлобумажные конденсаторы типа МБГЧ наиболее приспособлены для работы при переменном напряжении, но их габариты значительно больше, чем у конденсаторов МБГО, и они выпускаются лишь незначительной емкости, например при рабочем напряжении 500 *в* наибольшая емкость в единице 2 *мкф*, в то время как обычная емкость C_2 для стабилизатора мощностью 200 *вт*— 20 *мкф*.

При использовании конденсаторов типа МБГО или МБГП следует иметь в виду, что обозначенное на конденсаторе рабочее напряжение относится к случаю применения конденсатора при постоянном напряжении. При переменном напряжении с частотой 50 *гц* рабочее напряжение должно быть снижено примерно в соответствии с данными табл. 1.

Таблица 1

Рабочее постоянное напряжение, *в*	Амплитуда переменного напряжения частотой 50 *гц*, *в*	
	при емкости до 2 *мкф*	при емкости от 2 до 10 *мкф*
200	200	180
400	350	280
600	420	350
1 000	560	500

Для нашего расчета подходящими являются металлобумажные конденсаторы типа ОМБГ емкостью 10 *мкф* и с рабочим напряжением 1 000 *в*. Согласно приведенной выше таблице рабочее напряжение этого конденсатора при переменном напряжении частоты 50 *гц* равно 500 *в*.

Соединяем два таких конденсатора параллельно.

Определяем минимальное и максимальное значение тока дросселя:

$$I_{L\,мин} = \frac{1{,}5P_н}{U'} = \frac{1{,}5 \cdot 200}{170} = 1{,}77\ a;$$

$$I_{L\,макс} = \frac{1{,}5\,(U'_н + U'')}{U'} I_н = \frac{1{,}5(220 + 240)}{170} \cdot 0{,}91 = 3{,}7\ a,$$

где $I_н = \frac{P_н}{U_н} = \frac{200}{200} = 0{,}91\,a$ — ток нагрузки.

Определяем сечение провода обмотки дросселя, задавшись плотностью тока $б = 3\ \frac{a}{мм^2}$:

$$q = \frac{I_{L\,макс}}{б} = \frac{3{,}7}{3} = 1{,}23\,мм^2.$$

Диаметр провода:

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}23}{3{,}14}} = 1{,}25\,мм.$$

Выбираем провод ПЭЛ 1,3 с диаметром 1,3 *мм*. В этом случае сечение его:

$$q = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}3^2}{4} = 1{,}33\ мм^2.$$

Сердечник дросселя может быть набран из Ш-образных пластин или изготовлен из стальной ленты ХВП (холоднокатаная сталь высокой проницаемости).

Ш-образная пластина показана на рис. 5.

Основной размер — ширина среднего стержня *a*. Остальные размеры определяются через *a*. *в*—ширина окна, *h* — высота окна, l_c — длина средней магнитной силовой линии.

Ширина крайних стержней и малой пластины (перемычки) обычно берется равной 0,5 *a*.

В последнее время в основном выпускаются Ш-образные пластины двух вариантов:

$$вариант\ I\!:\ x = \frac{в}{a} = 1;\ y = \frac{h}{a} = 2{,}5;$$

$$вариант\ II\!:\ x = \frac{в}{a} = 0{,}5;\ y = \frac{h}{a} = 1{,}5.$$

Но могут встретиться пластины и с другими значениями *x* и *y*.

Сердечник из ленты ХВП имеет такой же вид, как и сердечник, набранный из Ш-образных пластин. Поэтому он может быть охарактеризован теми же размерами *a, в, h* и при его изготовлении можно выбирать любые значения *x* и *y*.

Для изготовления стабилизатора можно употребить Ш-образные пластины избранного варианта (например, варианта *1*) с различными размерами *a* и с различной толщиной набора (пакета) — *c*. Если сердечник ленточный, то можно также остановиться на различных размерах *a* и *c* (размер в этом случае означает ширину ленты).

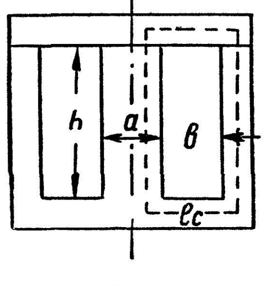


Рис. 5

Но только вполне определенные размеры *a* (и зависящих от него *в* и *h*) и *c* обеспечат минимальный вес дросселя (а следовательно, и всего стабилизатора).

В нашем стабилизаторе будут использованы Ш-образные пластины варианта I ($в = a$; $h = 2{,}5\,a$, т. е. $x = y = 2{,}5$).

Определяем наивыгоднейший размер *a*, обеспечивающий минимальный вес дросселя:

$$a = \sqrt[4]{23 U_н q} = \sqrt[4]{23 \cdot 220 \cdot 0{,}0133} = 2{,}86 \text{ см}.$$

Останавливаемся на пластинах Ш-30, у которых $a = 3$ *см*.

Число витков обмотки дросселя равно:

$$w = \frac{0{,}875 a^2}{q} = \frac{0{,}875 \cdot 30^2}{1{,}33} = 590.$$

Далее определяем минимальное и максимальное значение напряженности магнитного поля сердечника:

$$H_{мин} = \frac{\sqrt{2}\, I_{L\,мин} w}{l_c} = \frac{1{,}41 \cdot 1{,}77 \cdot 590}{27} = 54{,}5\ \frac{а}{см};$$

$$H_{макс} = \frac{\sqrt{2}\, I_{L\,макс} w}{l_c} = \frac{1{,}41 \cdot 3{,}7 \cdot 590}{27} = 114\ \frac{а}{см}.$$

$$(l_c = 2\,(a + в + h)).$$

По кривой намагничивания стали (см. рис. 2) определяем минимальное и максимальное значение магнитной индукции:

$$B_{\text{мин}} = 1{,}63 \frac{\text{веб}}{\text{м}^2}; \; B_{\text{макс}} = 1{,}79 \frac{\text{веб}}{\text{м}^2};$$

$$B_{\text{ср}} = \frac{B_{\text{мин}} + B_{\text{макс}}}{2} = \frac{1{,}63 + 1{,}79}{2} = 1{,}71 \frac{\text{веб}}{\text{м}^2}.$$

Определим толщину набора сердечника:

$$C = \frac{61{,}1\, U_{\text{н}}}{w B_{\text{ср}}\, a} = \frac{61{,}1 \cdot 220}{5{,}90 \cdot 1{,}71 \cdot 3} = 4{,}45\, \text{см}.$$

Далее определим емкость первого конденсатора:

$$C_1 = \frac{650\, I_{\text{н}}\, U''}{U_{\text{н}}\, U'} \cdot \frac{B_{\text{макс}} + B_{\text{мин}}}{B_{\text{макс}} - B_{\text{мин}}} =$$

$$= \frac{650 \cdot 0{,}91 \cdot 240}{220 \cdot 170} \cdot \frac{1{,}79 + 1{,}63}{1{,}79 - 1{,}63} = 81\ \text{мкф}.$$

Конденсатор C_1, так же как и C_2, берут типа МБГО или МБГП. Соображения, изложенные выше по поводу выбора конденсатора C_2, справедливы и при выборе C_1.

С учетом номенклатуры выпускаемых конденсаторов типа МБГО берем два конденсатора по 30 *мкф* и один в 20 *мкф*. Соединяем их параллельно. Их рабочее напряжение 160 *в*. Максимальное напряжение, приложенное к ним в стабилизаторе, будет:

$$U_{C_1\text{макс}} = U_{C_2\,\text{макс}} \frac{C_2}{C_1} = 460 \frac{20}{80} = 115\, \text{в}.$$

Определяем вес дросселя ($x=1$ и $y=2{,}5$):

$$G = 78{,}5\, a^2 C + 46{,}8\, a^3.$$

По этой формуле получаем:

$$G = 78{,}5 \cdot 3^2 \cdot 4{,}45 + 46{,}8 \cdot 3^3 = 4400\ \text{г} = 4{,}4\, \text{кг}.$$

В завершение расчета необходимо проверить, возможен ли запуск стабилизатора при минимальном напряжении сети:

$$U' = 170\, \text{в}.$$

Для этой цели необходимо знать максимальную ординату ($U_{хх}$ на рис. 4) вольтамперной характеристики стабилизатора при холостом ходе.

Эта максимальная ордината на рис. 2 изображена отрезком *АБ*. Для получения этого отрезка необходимо построить вольтамперную характеристику эквивалентного конденсатора $C_э$ (равноценного последовательно соединенным конденсаторам C_1 и C_2). Так как эта вольтамперная характеристика имеет вид прямой, проходящей через начало координат, то для ее построения необходимо определить координаты одной ее точки (вторая точка — начало координат). С этой целью зададимся произвольным значением тока через дроссель; удобно взять, например, вычисленное в расчете и отложенное на рис. 2 минимальное значение тока $I_{Lмин} = 1{,}77$ *а*.

Вычислим напряжение на двух последовательно соединенных конденсаторах — C_1 и C_2.

Сопротивление конденсатора C_2 вычислено в примере:

$$X_{C_2} = 159 \text{ ом}.$$

Сопротивление конденсатора C_1:

$$X_{C_1} = \frac{3180}{C_1} \cdot \frac{3180}{80} = 39{,}7 \text{ ом}.$$

$$X_с = X_{C_1} + X_{C_2} = 39{,}7 + 159 \approx 199 \text{ ом}.$$

Напряжение на двух последовательно соединенных конденсаторах равно:

$$U_с = I_{L\,мин} X_с = 1{,}77 \cdot 199 \approx 352 \text{ в}.$$

На рис. 2 наносим точку с координатами $I = 1{,}77$ *а*, $U = 352$ *в*. Соединяя эту точку с началом координат прямой, получаем вольтамперную характеристику эквивалентного конденсатора $C_э$. Масштаб по оси ординат нам известен, так как кривая на рис. 2 с надписью $U_н$ проведена на уровне 220 *в* (ее горизонтальная часть). Интересующий нас отрезок *АБ* ($U_{хх}$) находим как максимальную разность ординат кривых U_L и $U_{сэ}$. Из рис. 2 следует, что $U_{хх} = 126$ *в*.

Вследствие того что $U_{хх}$ (126 *в*) $< U'$ (170 *в*), запуск стабилизатора при минимальном напряжении сети $U' = 170$ *в* при холостом ходе с последующим подключением нагрузки возможен.

Налаживание стабилизатора. Для налаживания стабилизатора собирается схема, приведенная на рис. 6. Автотрансформатор с переменным коэффициентом трансформации позволяет регулировать напряжение на входе

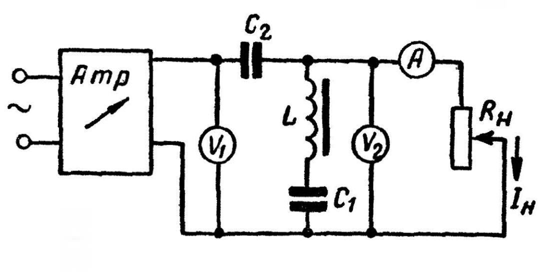


Рис. 6

стабилизатора в пределах 0—250 *в*. Нагрузка стабилизатора — реостат, позволяющий устанавливать расчетный ток нагрузки $I_н$ (в нашем случае 0,91 *а*) и несколько меньший. Для этого сопротивление реостата должно быть порядка $\frac{2U_н}{I_н}$ (в нашем случае $\frac{2\cdot220}{0{,}91}\simeq483$ *ом*).

При выполнении обмотки дросселя должны быть предусмотрены дополнительные отводы для регулировок. Например, можно рекомендовать увеличить число витков против расчетного на 10% и предусмотреть шесть выводов: начало, отвод от витка в соответствии с расчетом, а также от витков, на ±5% и ±10% отличающихся от расчетного.

Налаживание заключается в следующем.

При подключенном и полностью введенном реостате увеличивают выходное напряжение автотрансформатора (т. е. входное напряжение стабилизатора) до момента, когда стабилизатор включается, о чем свидетельствует возникшее гудение пластин сердечника. Уменьшают сопротивление реостата до установления расчетного тока нагрузки $I_н$.

Уменьшают входное напряжение стабилизатора, измеряемое вольтметром V_1, до выключения стабилизатора (исчезновения гудения).

Показание вольтметра V_1 в момент выключения должно равняться расчетному минимальному напряжению се-

ти U' (в нашем случае 170 *в*). Если, например, показания вольтметра в момент выключения стабилизатора больше U', то следует увеличить емкость C_2.

Если напряжение на нагрузке, проверяемое вольтметром V_2, больше расчетного, то следует уменьшить число витков обмотки дросселя (для чего служат дополнительные отводы). Если при росте входного напряжения стабилизатора (после включения его в работу) напряжение на нагрузке несколько растет, то это свидетельствует о слишком большой емкости C_1 и ее следует уменьшить.

Сравнение стабилизаторов при различных пределах изменения напряжения сети. При номинале в 220 *в* напряжение сети может колебаться примерно в пределах от $U'=170$ *в* до $U''=240$ *в*. В этом случае стабилизатор целесообразно рассчитать на выходное напряжение 220 *в*. При номинале в 127 *в* возможные колебания напряжения сети бывают 85—130 *в*, а напряжение на нагрузке целесообразно взять 110 *в*.

В чем будет состоять различие стабилизаторов, рассчитанных на номинал 220 и 127 *в* при одинаковой мощности нагрузки $P_и$?

Величина максимального тока дросселя $I_{Lмакс}$ и зависящая от нее величина сечения провода обмотки q при номинале в 220 *в* получаются в два раза меньше, чем при номинале в 127 *в*, если иметь в виду, что величины $U_н$, U' и U'' при номинале в 220 *в* больше, чем при номинале в 127 *в*, в два раза. Размеры сердечника дросселя одинаковы в обоих случаях. Число витков обмотки дросселя при номинале в 220 *в* в два раза больше, чем при номинале в 127 *в*.

При расчете стабилизатора на оба номинала напряжения сети можно обмотки дросселя выполнить из двух одинаковых секций и переключать эти секции с последовательного на параллельное соединение при переходе от номинала 220 *в* к 127 *в*.

Емкость обоих конденсаторов стабилизатора при переходе от номинала 220 *в* к номиналу 127 *в* увеличивается в четыре раза.

Рабочее напряжение обоих конденсаторов при переходе от номинала 220 *в* к номиналу 127 *в* уменьшается в два раза.

Объем (а следовательно, вес и стоимость) конденсатора прямо пропорционален первой степени емкости и

квадрату рабочего напряжения $V = CU^2_{раб.}$. Например, для плоского конденсатора $C = \frac{\varepsilon S}{d}$, где ε — абсолютная диэлектрическая проницаемость, S—площадь обкладок, d — расстояние между обкладками. $U_{раб} = E_{доп}\, d$, где $E_{доп}$ — допустимое значение напряженности электрического поля. Из приведенных двух формул вытекает:

$$V = Sd = \frac{CU^2_{раб}}{\varepsilon E^2_{доп}} = CU^2_{раб}.$$

Поэтому при любом номинале сети (220 или 127 *в*) объем, вес и стоимость конденсаторов C_1 и C_2 одинаковы. Однако из-за ограниченности ассортимента конденсаторов, выпускаемых промышленностью, может оказаться возможным подобрать конденсаторы с расчетными значениями емкости и рабочего напряжения при одном номинале и невозможно будет при другом. По этой причине при каком-то одном номинале батарея конденсаторов окажется компактнее и дешевле, чем при другом.

Так, в приведенном выше примере при номинале 220 *в* потребовался конденсатор C_1 емкостью 80 *мкф* с рабочим напряжением 115 *в*. Оказалось возможным использовать конденсаторы типа МБГО на рабочее напряжение 160 *в* — три штуки.

Если бы расчет производился при номинале в 127 *в*, потребовалась бы емкость 320 *мкф* при рабочем напряжении 58 *в*. Из-за отсутствия в ассортименте выпускаемых конденсаторов рабочего напряжения меньше 160 *в* пришлось бы использовать конденсаторы с рабочим напряжением 160 *в* (при этом максимальная емкость в единице 30 *мкф*). Использование таких конденсаторов при номинале в 127 *в* привело бы к излишней громоздкости и увеличению стоимости батареи конденсаторов.

Подобные затруднения при номинале в 127 *в* встретились бы и при выборе конденсаторов C_2.

Отсюда следует вывод, что осуществление стабилизатора при номинале в 127 *в* на 200 *вт* станет возможным, если промышленность освоит производство конденсаторов большой емкости с малым рабочим напряжением (например, 320 *мкф,* 80 *в* — C_1, 80 *мкф,* 500 *в* — C_2).

При расчете стабилизатора на оба номинала конденсаторы C_1 и C_2 выполняются в виде двух одинаковых

секций (C_1' и C_2'', а также C_2' и C_2''). При номинале в 220 *в* эти секции соединяются последовательно, а при номинале в 127 *в* — параллельно. Схема такого стабилизатора приведена на рис. 7.

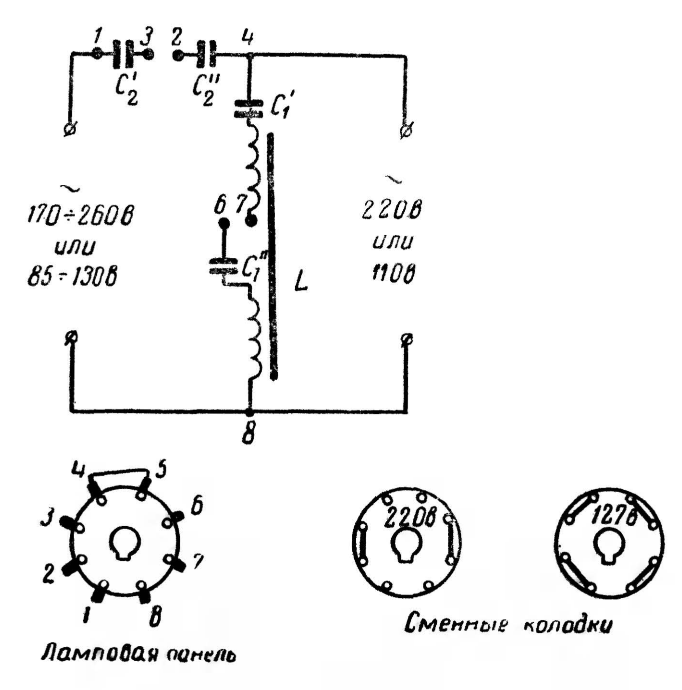


Рис. 7

Переход от номинала сети 220 *в* к номиналу 127 *в* осуществляется заменой одной колодки типа лампового цоколя другой.

Цифры, проставленные на принципиальной схеме, соответствуют номерам лепестков ламповой панели, к которым присоединяются соответствующие точки.

Следует напомнить, что при переходе от номинала сети 220 *в* к 127 *в* одновременно и стабильное выходное напряжение изменяется с 220 до 110 *в*.

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ С РЕГУЛИРУЕМЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

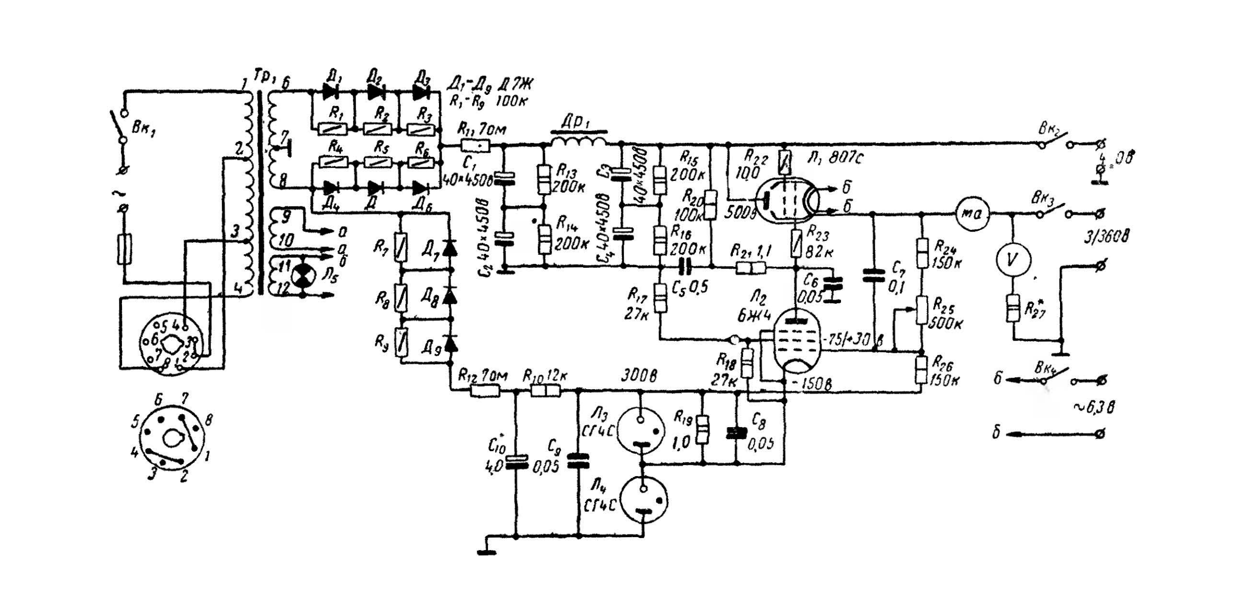
И. Демидасюк

Электронный стабилизатор позволяет поддерживать почти постоянное напряжение на выходе выпрямителя при изменении тока нагрузки в широких пределах и допускает регулировку выходного напряжения. Такой стабилизированный выпрямитель можно использовать в качестве источника питания при градуировке измерительных приборов, для различных экспериментальных работ и других целей.

В выпрямителях с электронной стабилизацией выходное сопротивление небольшое и равно нескольким ом. Кроме того, при одинаковых данных деталей фильтра коэффициент пульсации на выходе стабилизированного выпрямителя в несколько десятков и даже сотен раз меньше, чем на выходе обычного выпрямителя.

Стабилизированный выпрямитель, описание которого приводится ниже, обеспечивает получение стабилизированного напряжения в пределах от 3,0 до 360 *в* при токе нагрузки до 100 *ма*. При изменении питающего напряжения на ±10% напряжение на выходе выпрямителя изменяется на ±0,5 *в*. Предусмотрена возможность получения постоянного нестабилизированного напряжения порядка 400 *в*, которое можно использовать для питания телевизора, усилителя или многолампового приемника. При этом ток нагрузки может доходить до 100 *ма*.

Стабилизатор, схема которого приведена на рисунке состоит из регулирующей лампы $Л_1$, усилителя постоян-


Тр1
Вк1
Д1
Д2
Д3
Д1-Д9 Д7Ж
R1-R9 100к
R1
R2
R3
R4
R5
R6
Д4
Д6
R11 7Ом
Др1
C1 40×450в
C2 40×450в
R13 200к
R14 200к
C3 40×450в
C4 40×450в
R15 200к
R20 100к
R16 200к
R22 100
Л1 807с
500в
R23 82к
R21 1,1
C5 0,5
C6 0,05
R17 27к
Л2 6Ж4
C7 0,1
R24 150к
R25 500к
R26 150к
-75/+30в
-150в
R18 27к
R7
R8
R9
Д7
Д8
Д9
Л5
R12 7Ом
R10 12к
300в
Л3 СГ4С
Л4 СГ4С
R19 1,0
C8 0,05
C9 0,05
C10* 4,0
Вк2
Вк3
3/360в
ма
V
R27*
Вк4
~6,3в

ного тока на лампе $Л_2$, двух стабилитронов $Л_3$, $Л_4$ и приборов для контроля величины выходного напряжения и тока.

С выпрямителя, собранного на диодах $Д_1$—$Д_6$, нестабилизированное постоянное напряжение подается на вход электронного стабилизатора. В цепь нагрузки стабилизатора включена регулирующая лампа $Л_1$ типа Г-807. Напряжение на управляющей сетке этой лампы, а следовательно, и величина ее внутреннего сопротивления определяются анодным током усилительной лампы $Л_2$. Часть выходного напряжения с потенциометра R_{25} подается на сетку лампы $Л_2$ и называется управляющим.

Опорное напряжение получается от отдельного выпрямителя, смонтированного на диодах $Д_7$—$Д_9$ по однополупериодной схеме выпрямления. Сопротивления R_{11} и R_{12} предохраняют диоды $Д_7$—$Д_9$ от повреждения в момент включения выпрямителя. Фильтр в цепи выпрямителя опорного напряжения образован сопротивлением R_{10} и конденсаторами C_9, C_{10}. На выходе выпрямителя подключено два последовательно соединенных стабилитрона ($Л_3$, $Л_4$) типа СГ-4С. Стабилизированное напряжение, снимаемое со стабилитрона $Л_3$, поступает в цепь катода $Л_2$ минусом на управляющую сетку.

Регулирующее напряжение, воздействующее на управляющую сетку лампы $Л_2$, определяется разностью опорного напряжения (на стабилитроне $Л_3$) и частью напряжения, снимаемого с сопротивления R_{26}.

Стабилизация выходного напряжения осуществляется следующим образом. Предположим, что напряжение на выходе выпрямителя на выходных зажимах стабилизатора увеличилось вследствие уменьшения тока нагрузки или повышения напряжения сети. Так как опорное напряжение остается неизменным, это приведет к увеличению положительного напряжения на управляющей сетке лампы $Л_2$, а следовательно, к увеличению ее анодного тока. Увеличение анодного тока вызовет уменьшение напряжения на управляющей сетке регулирующей лампы $Л_1$, так как увеличится падение напряжения на сопротивлениях R_{20} и R_{21}. Последнее приводит к увеличению внутреннего сопротивления лампы $Л_1$ и к дополнительному падению напряжения на ней, чем будет скомпенсировано первоначальное повышение напряжения на выходных зажимах.

При понижении напряжения на выходе стабилизированного выпрямителя все описанные процессы будут иметь обратный характер. Следовательно, лампа $Л_1$ играет роль управляемого переменного сопротивления, включенного последовательно с нагрузкой.

С помощью переменного сопротивления R_{25} можно регулировать напряжение на выходе выпрямителя в пределах от 3 до 360 *в* при токе нагрузки до 100 *ма*.

Конденсатор C_7 служит для повышения чувствительности стабилизатора к мгновенным изменениям напряжения на его входе.

Основной выпрямитель собран по типовой схеме двухполупериодного выпрямителя на диодах $Д_1$—$Д_6$. Дроссель $Др_1$ совместно с конденсаторами C_1—C_4 образует фильтр выпрямителя.

Силовой трансформатор $Тр_1$ наматывается на сердечнике Ш-40 при толщине набора 70 *мм*. Сетевая обмотка содержит три секции с отводами на 110, 127 и 220 *в*. Секции *1—2* имеют 183 витка провода ПЭЛ 0,93, секции *2—3*—27 витков провода ПЭЛ 0,93, секции *3—4*—156 витков провода ПЭЛ 0,74.

Повышающая обмотка состоит из двух секций (*6—7*, *7—8*) по 620 витков провода ПЭЛ 0,25. Обмотка накала (*9—10*)—12 витков провода ПЭЛ 1,0; обмотка накала (*11—12*) — 12 витков провода ПЭЛ 1,25.

Дроссель $Др_1$ наматывается на сердечнике Ш-26, набор 25 *мм*. Сердечник собирается в стык с зазором порядка 0,2 *мм*. Обмотка дросселя содержит 200 витков провода ПЭЛ 0,31.

Для увеличения тока, получаемого от выпрямителя, следует применить две-три лампы типа Г-807, соединенных параллельно. Лампу Г-807 можно заменить лампами 6С4, 6Н5С, 6П3С или ГУ-50 и другими. Внутреннее сопротивление регулирующей лампы должно быть минимальным, а крутизна максимальной. Чем больше коэффициент усиления усилителя постоянного тока ($Л_2$), тем больше коэффициент стабилизации выпрямителя.

Выпрямитель монтируется на П-образном шасси размером 305×155×55 *мм*, выполненном из дюралюминия толщиной 2 *мм*. К шасси прикреплена передняя панель размером 305×190 *мм*.

На передней панели размещаются вольтметр со шкалой до 400—500 *в*, миллиамперметр на 100 *ма*, сигналь-

ная лампочка $Л_5$, колодка переключения сети на 110, 127 и 220 *в*, тумблеры $Вк_1$—$Вк_4$, переменное сопротивление R_{25}, гнезда включения сети и выходные зажимы.

На П-образном шасси располагаются ламповые панели, силовой трансформатор, конденсаторы фильтра C_1—C_4, конденсаторы C_5, C_{10}, дроссель фильтра $Др_1$ и сопротивления R_{11}, R_{12}.

При креплении электролитических конденсаторов C_1 и C_3 их корпуса следует изолировать от шасси выпрямителя с помощью гетинаксовых шайб.

Диоды $Д_1$—$Д_9$, сопротивления R_1—R_9 и R_{17}, R_{18}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25}, R_{26}, R_{20}, R_{21} монтируются на монтажных планках, которые крепятся винтами в подвале шасси.

Налаживание выпрямителя начинают с проверки режима ламп высокоомным вольтметром. На рисунке указаны напряжения в отдельных точках при холостом ходе выпрямителя. Напряжения, соответствующие максимальному значению сопротивления R_{25}, указаны в знаменателе, а минимальному — в числителе. Все напряжения измерялись с помощью тестера ТТ-3 относительно шасси прибора (общего минуса). Если схема собрана правильно, никакого налаживания стабилизированный выпрямитель не требует.

Для удобства работы с выпрямителем желательно, чтобы вольтметр имел два предела измерения — до 25 и до 500 *в*. При эксплуатации выпрямителя следует учесть, что при малых напряжениях (до 20 *в*) выходное напряжение стабилизируется при токе нагрузки, не превышающем 15—20 *ма*. При напряжении на выходе более 20—30 *в* напряжение стабилизируется при токах до 100 *ма*.

Во избежание повышения температуры внутри прибора в стенках ящика следует сделать вентиляционные отверстия.

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ КАРМАННОГО РАДИОПРИЕМНИКА

В. Горловецкий, Л. Кабачников, Р. Караев

В любом приемнике как прямого усиления, так и в супергетеродине правильный выбор и хорошая отработка схемы усилителя низкой частоты определяют качество воспроизведения вещательных программ.

Почти все известные схемы низкочастотных усилителей для любительских карманных радиоприемников предполагали в качестве звуковоспроизводящего устройства дифференциальные или однообмоточные электромагнитные системы — микрофоны ДЭМ, ДЭМШ, телефоны ВТМ или самодельные динамические громкоговорители. Две наиболее часто встречающиеся схемы усилителей низкой частоты — однотактная схема в режиме класса *А* и двухтактная с переходным и выходным трансформаторами в режиме класса В — зачастую имели плохое согласование выходного каскада с нагрузкой и, как следствие, значительные нелинейные искажения, низкую выходную мощность, плохое воспроизведение частот ниже 250—300 *гц*, недостаточное звуковое давление и т. д. Все это объяснялось отсутствием в продаже электродинамических громкоговорителей и большими трудностями, встающими перед конструктором при их самостоятельном изготовлении.

Появление в продаже малогабаритных громкоговорителей типов 0,15-ГД1, 0,1-ГД3, 0,25-ГД-1,2 позволило строить усилители низкой частоты со значительно лучшими показателями.

Рассмотрим схему усилителя низкой частоты для карманного приемника с использованием малогабаритного громкоговорителя типа 0,15-ГД1.

Как показывают результаты проверки различных схем усилителей низкой частоты, предпочтение следует отдать бестрансформаторной схеме.

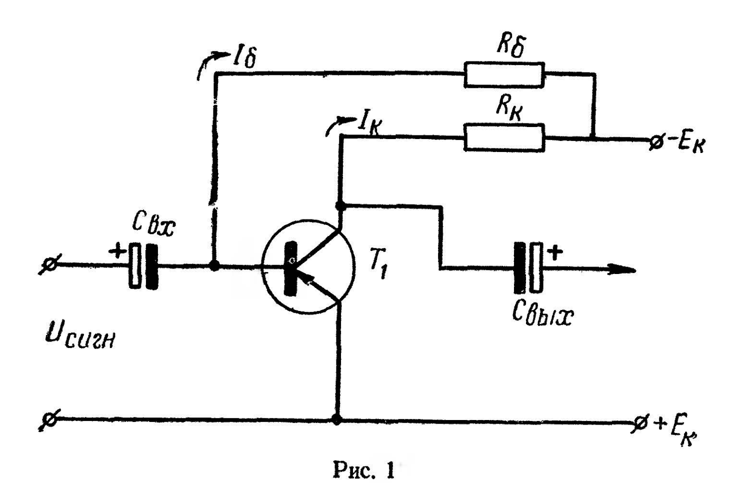


Рис. 1

Приемник с усилителем низкой частоты, собранный по бестрансформаторной схеме, имеет меньший вес за счет отсутствия двух трансформаторов, лучшую частотную характеристику, так как нет завала на низких частотах, меньшие нелинейные искажения, лучший к.п.д. и т. п.

Напряжение для питания карманных приемников, как правило, не превышает 9 *в*.

Рассмотрим схемы каскадов предварительного усиления низкой частоты. Предварительный усилитель может быть собран по трем основным схемам с общим эмиттером.

Схема, изображенная на рис. 1, получила наибольшее распространение. База транзистора T_1 соединена с минусом коллекторного питания через сопротивление $R_б$ порядка 100—300 *ком*. Это сопротивление не дает температурной стабилизации тока коллектора. Но, изменяя его величину, можно менять положение рабочей точки на характеристике, что необходимо при смене транзистора.

Сопротивление $R_к$ равно 4—6 *к* для транзистора типа П13Б с коэффициентом усиления по току В-50. Конденсаторы $C_{вх}$ и $C_{вых}$ равны 10 *мкф*. Ток коллектора при этом равен 0,75—1,3 *ма*. В схеме, изображенной на рис. 2, положение рабочей точки стабилизируется отрицательной обратной связью по постоянному току (связь по напряжению). Если по каким-либо причинам (возможная необходимость замены транзистора или колебания температуры) увеличивается ток коллектора, то соответственно увеличивается падение напряжения на сопротивлении $R_к$; вследствие этого напряжение на коллекторе транзистора уменьшается, уменьшается ток базы через сопротивление $R_б$, что, в свою очередь, приводит к уменьшению коллекторного тока. В этой схеме $R_к$—30—68 *ком*, $R_б$—100—300 *ком*, ток $I_к$ в пределах 0,6—1,4 *ма*.

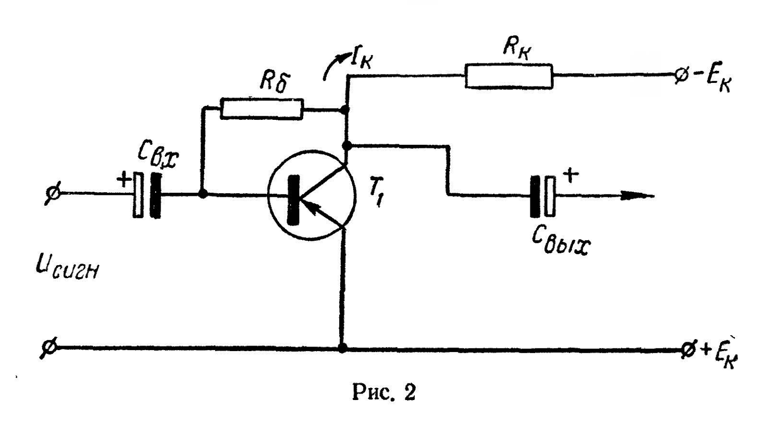


Рис. 2

Наилучшие результаты в отношении стабилизации всех параметров дает схема рис. 3.

В этом усилителе как положение рабочей точки транзистора, так и ток эмиттера и напряжение перехода база—эмиттер более стабилизированы.

Из-за роста эмиттерного тока увеличивается падение напряжения на сопротивлении $R_э$ в цепи эмиттера, что приводит к понижению напряжения на участке база — эмиттер транзистора. Понижение напряжения происходит в том случае, если общее сопротивление делителя $R_{б1}+R_{б2}=R_д$ в достаточной степени мало.

При этом резко уменьшается ток коллектора $I_к$. Следовательно, за счет падения напряжения на эмиттерном

сопротивлении начинает действовать эффективная обратная связь по постоянному току. Однако из-за наличия сопротивления $R_э$ возникает отрицательная обратная связь по переменному току, от действия которой уменьшается общее усиление каскада.

Уменьшить действие этой нежелательной обратной связи можно, подключив параллельно эмиттерному со-

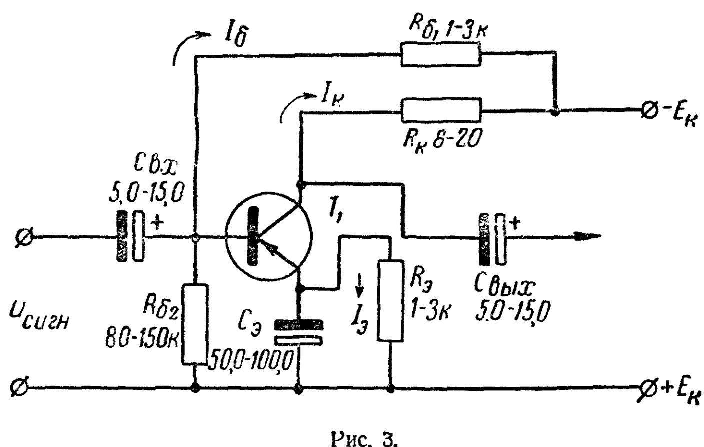


Рис. 3.

противлению конденсатор большой емкости ($C_э$). Конечно, на низких частотах звукового диапазона (ниже 80 *гц*) скомпенсировать паразитную связь довольно трудно, но, принимая во внимание, что усилитель карманного приемника не воспроизводит частоты ниже 80—100 *гц*, можно ограничиться включением конденсатора емкостью порядка 50—100 *мкф*, что вполне достаточно для всех практических случаев.

Сопротивление делителя R следует выбирать примерно на два порядка выше входного сопротивления транзистора, иначе резко уменьшится общее усиление каскада. На схеме рис. 3 указаны пределы номиналов деталей.

Транзистор T_1 имеет коэффициент усиления по току B не ниже 50 и не выше 80. Желательно отобрать транзистор с возможно меньшим коэффициентом шума.

Усилители, собранные по приведенным выше схемам, построены на транзисторах типа П13Б, имеющих наиболее низкий шум-фактор (12 *дб*). Однако вполне возмож-

но применение транзисторов любых низкочастотных серий с теми же статическими коэффициентами усиления и минимальным начальным током коллектора. Схема оконечного каскада усилителя низкой частоты для карманного приемника приведена на рис. 4. Каскад двухтактный, работает в режиме класса В на транзисторах разной проводимости. Базы транзисторов соединены между собой и присоединяются к общей входной цепи.

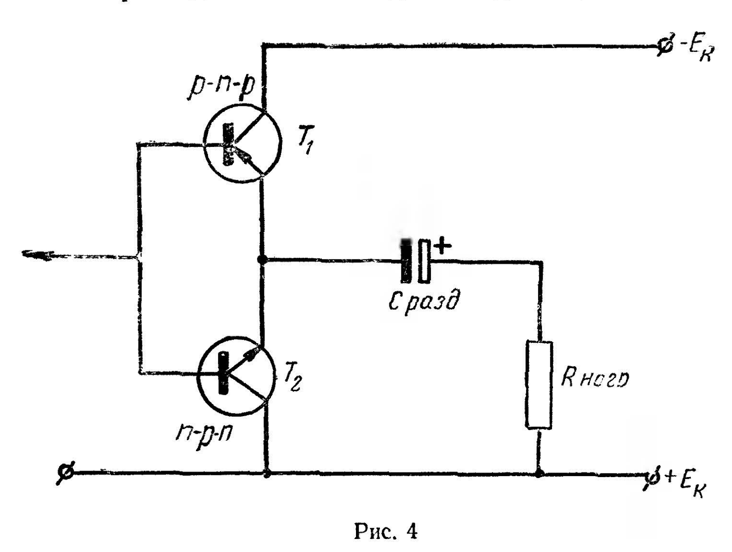


Рис. 4

В состоянии покоя оба транзистора закрыты и в выходной цепи протекают лишь небольшие коллекторные токи. Когда на входе появляется сигнал, то его положительная полуволна открывает *n-p-n* транзистор T_2, а состояние *p-n-p* транзистора не меняется. При отрицательной полуволне сигнала открывается транзистор *p-n-p* (T_1), а T_2 закрыт. Минимальные нелинейные искажения выходного каскада получаются при симметрии обоих плеч, т. е. при одинаковых параметрах транзисторов T_1 и T_2. Следует отметить, что у большинства германиевых *n-p-n* транзисторов (серии П8-П11) начальный ток коллектора в два-три раза больше, чем у транзисторов серий П13-П16 (*p-n-p*), поэтому желательно осуществлять специальный подбор транзисторов по току $I_{ко}$. Практически допустимо, если коэффициенты β у транзисторов

T_1 и T_2 отличаются не более чем на 20%, а начальные токи — на ±35%. Завал низших частот зависит только от величины емкости $C_{\text{разд}}$, которая выбирается в зависимости от необходимой нижней граничной частоты усиливаемого сигнала.

Естественно, что увеличением емкости эта граничная частота сдвигается в область более низких частот. Единственным доводом, ограничивающим увеличение емко-

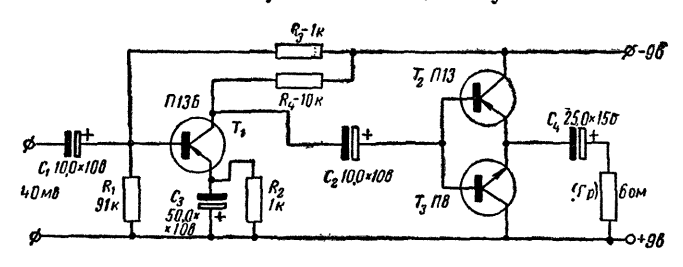


Рис. 5

сти $C_{\text{разд}}$, являются ее габариты, но имеющиеся в настоящее время емкости порядка 50—200 *мкф* на рабочие напряжения 6—20 *в* достаточны для всех практических случаев. Емкость, рекомендованная в схеме рис. 4, является наименьшей допустимой. При этом полоса частот ограничивается до 120—150 *гц*.

Получаемая от каскада выходная мощность в достаточной степени точно оценивается формулой:

$$P_{\text{вых}} = 1{,}55 \cdot 10^2 \frac{E_{\text{к}}^2}{R_{\text{нагр}}} \ (\text{вт}),$$

которая справедлива только для транзисторов с максимальной мощностью рассеяния не более 150 *мвт*. Полная принципиальная схема усилителя приведена на рис. 5.

Усилитель в режиме максимального сигнала на входе потребляет ток 11 *ма*, при отсутствии сигнала — 3 *ма*. Чувствительность на входе усилителя (с базы транзистора T_1) 40 *мв*.

Одной батареи «Крона» достаточно для непрерывной работы усилителя в течение 12 часов (в режиме максимального сигнала), причем работоспособность усилителя сохраняется при понижении напряжения источника до 6 *в*.

ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАДИОСХЕМ

Приведенные ниже условные графические обозначения для электрических и радиотехнических схем выполнены в соответствии с ГОСТом 7624—62, утвержденным Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров Союза ССР 27 августа 1962 г. Эти обозначения введены в действие с 1 июля 1963 г.

Мы приводим для сведения читателей только основные, наиболее часто встречающиеся в радиосхемах обозначения. Полные сведения содержатся в официальном издании ГОСТа 7624—62 «Обозначения условные графические для электрических схем» (СССР, Государственный стандарт, Москва, 1963 г.).

Наименование	Обозначения
Заземление	
Корпус (машины, аппарата, прибора)	
Вентиль. Общее обозначение	
Ответвление проводов, кабелей, шин	

Наименование	Обозначения
Кабель коаксиальный	
Элемент гальванический или аккумуляторный	− +
Батарея из гальванических или аккумуляторных элементов	
Термоэлемент (термопара)	− +
Прибор измерительный Примечание. Для указания назначения прибора в окружность вписываются буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых величин либо начальные или характерные буквы наименований приборов, например:	
Амперметр	A
Вольтметр	V
Вольтамперметр (измеритель полной мощности)	VA
Ваттметр	W
Варметр (измеритель реактивной мощности)	VAR

Наименование	Обозначения
Микроамперметр	μA
Миллиамперметр	mA
Милливольтметр	mV
Омметр	Ω
Мегомметр	$M\Omega$
Частотомер	Hz
Волномер	λ
Предохранитель плавкий. Общее обозначение	
Контакт выключателя и переключателя: а) замыкающий	
б) размыкающий	
в) переключающий	
Контакт с безобрывным переключением	
Контакт реле: а) замыкающий	

Наименование	Обозначения
б) размыкающий	
в) переключающий	
г) с двойным замыканием	
д) с безобрывным переключением	
е) переключающий со сдвоенным размыканием	
Разъем штепсельный высокочастотный коаксиальный	
Штепсельная часть высокочастотного коаксиального разъема	
Гнездовая часть высокочастотного коаксиального разъема	
Разъем штепсельный экранированный	
Штепсельная часть экранированного разъема	

Наименование	Обозначения
Гнездовая часть экранированного разъема	
Гнездо телефонное двухпроводное	
Кнопка с самовозвратом с замыкающим контактом	
Кнопка с самовозвратом с размыкающим контактом	
Обмотка реле, контактора и магнитного пускателя	
Реле поляризованное двухпозиционное Примечание. Контакт, отмеченный черточкой, замыкается при приложении напряжения постоянного тока, положительный полюс которого подан к выводу, отмеченному черточкой.	P
Сопротивление нерегулируемое	
Сопротивление регулируемое	или

Наименование	Обозначения
Сопротивление подстроечное (реостат с подстроечным регулированием)	
Сопротивление регулируемое (потенциометр)	
Конденсатор нерегулируемый. Общее обозначение	
Конденсатор электролитический	+ −
Конденсатор проходной	
Конденсатор регулируемый	
Примечание. Если необходимо выделить подвижный элемент (ротор), должно использоваться следующее обозначение.	
Конденсатор подстроечный	
Конденсатор дифференциальный	
Катушка индуктивности, дроссель без сердечника	

Наименование	Обозначения
Катушка индуктивности, подстраиваемая магнитодиэлектрическим сердечником	
Катушка индуктивности, подстраиваемая немагнитным сердечником	
Катушка индуктивности со скользящими контактами	
Дроссель с ферромагнитным сердечником	
Трансформатор с магнитодиэлектрическим сердечником	
Трансформатор, подстраиваемый общим магнитодиэлектрическим сердечником	
Трансформатор с постоянной связью, каждая из обмоток которого подстраивается магнитодиэлектрическим сердечником	

Наименование	Обозначения
Лампа тлеющего разряда (неоновая) Примечание. Баллон допускается изображать меньшего диаметра.	
Стабилитрон	
Лампа осветительная. Общее обозначение	
Лампа накаливания сигнальная	
Диод полупроводниковый. Вентиль полупроводниковый, состоящий из одного или ряда последовательно, параллельно или смешанно соединенных вентилей Примечание. Вершина треугольника указывает направление наибольшей проводимости.	

Наименование	Обозначения
Транзистор точечный и плоскостной типа *p-n-p*	
Транзистор точечный и плоскостной типа *n-p-n*	
Фотосопротивление с внутренним фотоэффектом	
Фотодиод	
Фототриод типа *p-n-p*	
Телефон. Общее обозначение	
Микрофон. Общее обозначение	или
Ларингофон, остеофон. Общее обозначение	или
Громкоговоритель (репродуктор). Общее обозначение	или

Наименование	Обозначения
Громкоговоритель с подмагничиванием	
Звукосниматель (адаптер). Общее обозначение Примечание. Допускается стрелку, отображающую направление передачи сигнала, не изображать.	
Рекордер. Общее обозначение	
Головка магнитная воспроизводящая	
Головка магнитная записывающая	
Головка магнитная универсальная	
Головка магнитная стирающая	
Антенна несимметричная	
Антенна магнитная	

Издательство обращается ко всем авторам с просьбой оформлять графический материал, направляемый в наш адрес, в соответствии с ГОСТом, выдержки из которого приведены здесь. Для удобства чтения схем авторам следует проставлять номинальную мощность сопротивлений в соответствии с обозначениями, принятыми в радиолюбительской практике.

КАК ПОЛУЧИТЬ ПИСЬМЕННУЮ РАДИОКОНСУЛЬТАЦИЮ

Центральный радиоклуб СССР дает платную письменную радиотехническую консультацию. Плата установлена:

а) по 40 коп. за ответ на один из нижеследующих вопросов:

— сообщение адресов радиотехнических учебных заведений, издательств радиотехнической литературы, магазинов «Книга — почтой», организаций, торгующих радиодеталями, справок по экспонатам всесоюзных радиовыставок;

— высылку правил получения разрешения на постройку любительских радиостанций, оформления позывного коротковолновика-наблюдателя, любительского радиокода;

б) по 60 коп. за ответ на один из вопросов:

— указание литературы, в которой можно найти описание нужного радиоприбора (приемника, усилителя, телевизора, магнитофона и др.).

— высылку консультационной листовки, наиболее полно освещающей заданный вопрос;

— рекомендацию книг и брошюр по отдельным отраслям радиотехнических знаний;

— советы начинающим радиолюбителям, с чего начать свою работу;

в) по 85 коп. за ответ на один из вопросов:

— разъяснение работы отдельных узлов радиоаппаратуры, возможности замены одних деталей другими, в том числе радиоламп и полупроводниковых приборов;

— рекомендации по выбору схем радиоаппаратуры с технической оценкой качества их работы;

г) по 1 р. 10 коп. за ответ на один из вопросов:

— советы по устранению неисправностей в радиоаппаратуре, простейшим переделкам и усовершенствованиям в схемах радиоаппаратуры (без производства технических расчетов);

— рекомендации по выбору телевизионных антенн для дальнего приема телевидения.

Для получения консультации заказчик должен перевести стоимость ответа на расчетный счет Центрального радиоклуба СССР № 70005 в Бауманское отделение Госбанка г. Москвы и квитанцию об оплате вместе с вопросами по консультации выслать в адрес Центрального радиоклуба СССР: г. Москва, Сретенка, 26/1.

На бланке почтового перевода делается пометка «Плата за консультацию».

Консультация также производит простейшие радиотехнические расчеты по предварительным заказам граждан. Для этого заказчик должен перевести в адрес консультации 40 коп. и сообщить письмом с приложением почтовой квитанции, какой расчет надо произ-

вести. Консультация сообщает стоимость работы и после оплаты ее заказчиком выполняет и высылает расчет.

Консультация не дает ответов на вопросы, связанные с получением моточных данных и конструктивных размеров различной промышленной и любительской радиоаппаратуры, описания которых не опубликовывались в печати; о дополнительных данных деталей конструкций, опубликованных в различных книгах и брошюрах; не сообщает адресов промышленных предприятий, выпускающих радиоаппаратуру и радиодетали; не высылает книг и брошюр по радиотехнике; не выполняет заказов на высылку радиоаппаратуры и радиодеталей.

Письма без оплаты стоимости консультации к исполнению не принимаются.

КАК ВЫПИСАТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЛИСТОВКИ

Радиотехническая консультация при Центральном радиоклубе СССР (Москва, Сретенка, 26/1) высылает комплекты листовок следующего содержания:

КОМПЛЕКТ № 1

1. Простые приемники на транзисторах.
2. Приемник 2-V-2 на четырех транзисторах.
3. Супергетеродин на транзисторах.
4. Приемник 2-V-3 с двухтактным выходом.
5. Усилитель мощностью 8 *вт*.
6. Одноламповые сетевые усилители.
7. Однoламповый сигнал-генератор.
8. Простой осциллограф.
9. Комбинированный ГИР.
10. Усилитель для электропроигрывателя.

КОМПЛЕКТ № 2

1. Простые приемники на транзисторах.
2. Приемник 2-V-2 на трех транзисторах.
3. Карманный приемник с пушпульным выходом.
4. Приемник 2-V-3 на трех транзисторах.
5. Трехламповый КВ супергетеродин.
6. Конвертер на 28—29,7 *Мгц*.
7. Радиограммофон на радиолампах.
8. Мостик для измерения RC.
9. Приборы малой автоматизации.
10. Усилитель на транзисторах.

КОМПЛЕКТ № 3

1. Карманный супергетеродин.
2. Приемник 2-V-3 на трех транзисторах.
3. Карманная радиоточка с электронной настройкой.
4. Автомат для подачи звонков по расписанию.
5. Приемник начинающего коротковолновика.

6. Простой УКВ приемник на 28—29,7 *Мгц*.
7. Конвертер для приема КВ любительских радиостанций.
8. Усилитель НЧ на транзисторах мощностью 50 *вт*.
9. Прибор для испытания транзисторов.
10. Различная аппаратура на транзисторах.

Стоимость каждого комплекта 70 коп. Для заказа листовок необходимо перевести деньги почтовым переводом по адресу: г. Москва, Бауманское отделение Госбанка, расчетный счет № 70005 Центрального радиоклуба СССР.

В бланке перевода следует указать, за что высылаются деньги (за комплект листовок № 1, 2 и т. д.) и обязательно разборчиво свою фамилию и точный обратный адрес, что гарантирует быстрейшее получение заказа.

СОДЕРЖАНИЕ

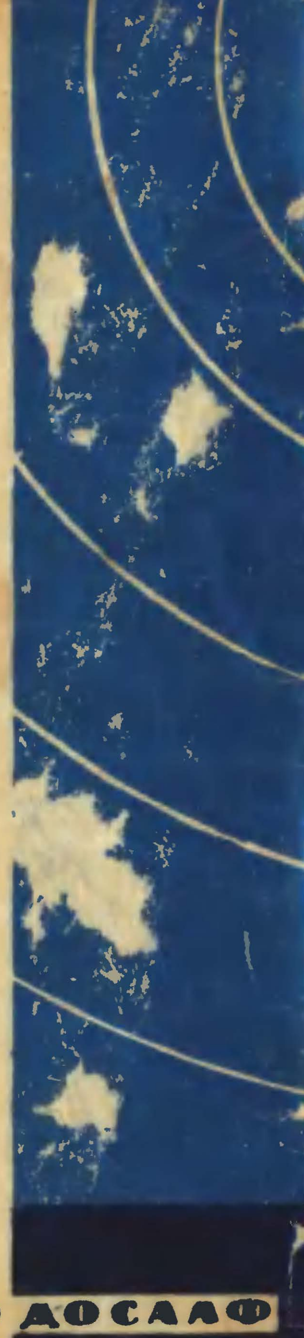
В помощь радиолюбителю
выпуск 20

Редактор *А. А. Васильев.*
Худож. редактор *Г. Л. Ушаков.*
Технич. редактор *Г. И. Блаженков.*
Корректор *К. А. Мешкова*

Г-14729. Подписано к печати 1.12. 64. Изд. № 1/3023. Формат бумаги $84 \times 108^1/_{32}$. 2,5 ф. п. л.-4,1 усл. п. л Учет. изд. лист. 3,5. Тираж 183300.
Цена 12 коп. Тем п. 1964 г. п. 13.
Изд-во ДОСААФ. Москва Б-66. Ново-Рязанская, 26.

4-я военная типография. Зак. 1696.

Цена 12 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ